



Penilaian Risiko Instansi Pemerintah

dengan *Fuzzy-Failure Mode
and Effect Analysis*

Tri Widiandi dan Himma Firdaus

Editor: Sik Sumaedi

Penilaian Risiko Instansi Pemerintah

dengan *Fuzzy-Failure Mode
and Effect Analysis*

Dilarang mereproduksi atau memperbanyak seluruh atau sebagian dari buku ini dalam bentuk atau cara apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit.

© Hak cipta dilindungi oleh Undang-Undang No. 28 Tahun 2014

All Rights Reserved

Penilaian Risiko Instansi Pemerintah

dengan *Fuzzy-Failure Mode
and Effect Analysis*

Tri Widiанти dan Himma Firdaus

LIPI Press

© 2017 Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)
Pusat Penelitian Sistem Mutu dan Teknologi Pengujian

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Penilaian Risiko Instansi Pemerintah dengan *Fuzzy-Failure Mode and Effect Analysis*./Tri Widiyanti dan Himma Firdaus–Jakarta: LIPI Press. 2017.

xxiv +250 hlm.; 14,8 x 21 cm

ISBN 978-979-799-885-1

1. Penilaian Resiko

2. Instansi Pemerintah

361.1

Copy editor : Nikita Daning Pratami
Proofreader : Martinus Helmiawan dan Noviasuti Putri Indrasari
Penata Isi : Nurhasanah Ridwan dan Rahma Hilma Taslima
Desainer Sampul : Rusli Fazi

Cetakan Pertama : Agustus 2017



Diterbitkan oleh:

LIPI Press, anggota Ikapi

Jln. Gondangdia Lama 39, Menteng, Jakarta 10350

Telp. (021) 314 0228, 314 6942. Faks. (021) 314 4591

E-mail: press@mail.lipi.go.id

Website: lipipress.lipi.go.id

 LIPI press

 @lipi_press



Daftar Isi

Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	xiii
Daftar Lampiran	xv
Pengantar Penerbit	xvii
Kata Pengantar	xix
Prakata	xxi
Bab 1. Urgensi Penilaian Risiko Instansi Pemerintah	1
A. Penilaian Risiko bagi Instansi Pemerintah	1
B. Konsep Penilaian Risiko Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008	10
C. Pedoman Umum Pelaksanaan Penilaian Risiko	11
D. Permasalahan Penilaian Risiko Instansi Pemerintah	25
Bab 2. Mengenal Konsep Dasar Risiko dan Penilaian Risiko	31
A. Konsep Risiko	32
B. Manajemen Risiko	37
C. Konsep <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA) Tradisional dan Kelemahannya	42
D. Konsep Fuzzy	46
E. Konsep <i>Fuzzy-Failure Mode and Effect Analysis</i> (<i>Fuzzy-FMEA</i>)	64
F. <i>Fuzzy-Failure Mode and Effect Analysis</i> (<i>Fuzzy-FMEA</i>): Solusi Alternatif	67

G.	Perbandingan Kerangka Dasar Analisis Risiko Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008 dengan <i>Fuzzy-Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA)	70
H.	Kontekstualisasi <i>Fuzzy-Failure Mode and Effect Analysis</i> (<i>Fuzzy-FMEA</i>)	74

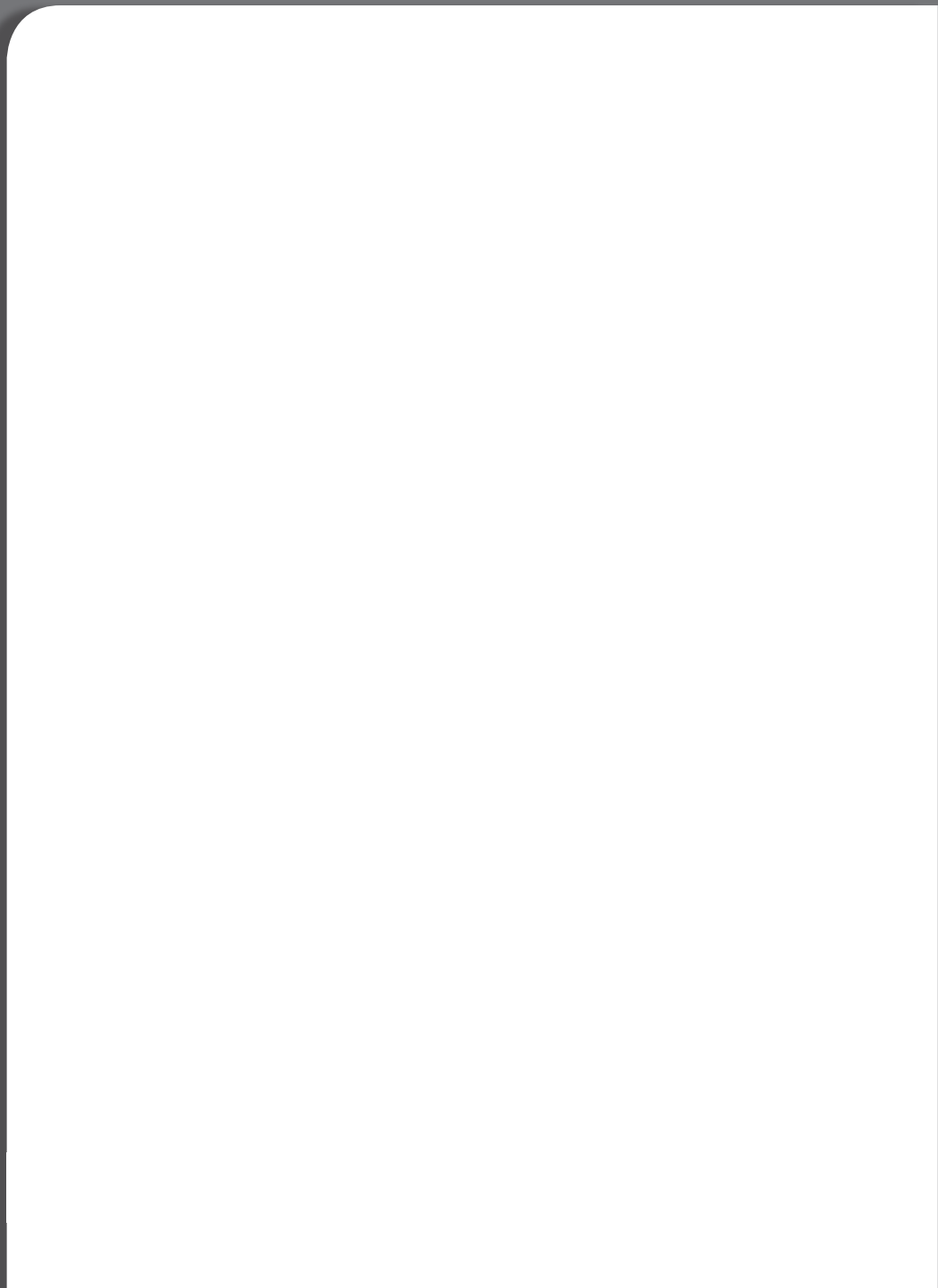
Bab 3. Penilaian Risiko dengan *Fuzzy-FMEA*..... 81

A.	Tahapan Penilaian Risiko dengan <i>Fuzzy-FMEA</i>	82
B.	Penentuan Ruang Lingkup	83
C.	Identifikasi Pemangku Kepentingan (<i>Stakeholder</i>).....	88
D.	Identifikasi Fungsi, Persyaratan, dan Spesifikasi	89
E.	Identifikasi Mode Kegagalan Potensial.....	89
F.	Identifikasi Penyebab Kegagalan	90
G.	Identifikasi Dampak Kegagalan	91
H.	Identifikasi Sistem Pengendalian	92
I.	Penentuan Skala Penilaian Risiko	93
J.	Pembobotan Kriteria Risiko S, O, dan D	94
K.	Penentuan <i>Fuzzy Inference System</i>	95
L.	Penilaian Risiko dengan Matriks Risiko	102
M.	Penghitungan <i>Fuzzy-Risk Priority Number</i> (F-RPN)	103
N.	Prioritisasi Risiko	103
O.	Tindakan Perbaikan dan Pencegahan	104
P.	Evaluasi Hasil	106

Bab 4. Studi Kasus Penilaian Risiko dengan *Fuzzy-FMEA*.....107

A.	Gambaran Umum Objek Studi Kasus.....	107
B.	Lingkup Analisis Risiko.....	108
C.	Identifikasi Pelanggan dan Pemangku Kepentingan (<i>Stakeholder</i>).....	111
D.	Identifikasi Fungsi, Persyaratan, dan Spesifikasi	112
E.	Identifikasi Mode Kegagalan Potensial.....	115
F.	Identifikasi Penyebab Kegagalan	115
G.	Identifikasi Dampak Kegagalan	119
H.	Identifikasi Sistem Pengendalian	120
I.	Penentuan Skala Penilaian Risiko	121
J.	Pembobotan Kriteria Risiko S, O, dan D	123
K.	Penentuan <i>Fuzzy Inference System</i>	126
L.	Penilaian Risiko dengan Matriks Risiko	158
M.	Penghitungan <i>Fuzzy-Risk Priority Number</i> (F-RPN)	164

N. Prioritas Risiko	175
O. Tindakan Perbaikan dan Pencegahan	178
P. Evaluasi Hasil	179
Bab 5. Penyusunan Prosedur Penilaian Risiko.....	181
A. Pendahuluan	182
B. Prinsip-Prinsip Penyusunan dan Pelaksanaan Prosedur.....	183
C. Format Prosedur	185
D. Komponen Prosedur	188
E. Pengembangan Prosedur	192
F. Penerapan Prosedur.....	196
G. Prosedur Penilaian Risiko	198
Bab 6. Penutup	203
Daftar Peraturan Perundangan	207
Daftar Pustaka.....	209
Lampiran	223
Indeks.....	245
Biodata Singkat Penulis	249





Daftar Gambar

Gambar 1.1	Diagram Alir Penetapan Tujuan Konteks Strategis	16
Gambar 1.2	Diagram Alir Penetapan Tujuan Konteks Organisasi.....	18
Gambar 1.3	Diagram Alir Penetapan Tujuan Konteks Operasional	20
Gambar 2.1	Hubungan antara Prinsip-Prinsip, Kerangka Kerja, dan Proses Manajemen Risiko.....	39
Gambar 2.2	Variabel <i>Fuzzy</i> USIA.....	49
Gambar 2.3	Representasi Linear Naik.....	51
Gambar 2.4	Representasi Linear Turun	52
Gambar 2.5	Representasi Kurva Segitiga	52
Gambar 2.6	Representasi Kurva Trapesium	53
Gambar 2.7	Struktur Dasar <i>Fuzzy Inference System</i>	57
Gambar 2.8	Skema Analisis Risiko dengan <i>Fuzzy-FMEA</i>	66
Gambar 2.9	Perbandingan Kerangka Dasar Penilaian Risiko PP No. 60 Tahun 2008 dan Kerangka Kerja <i>Fuzzy-FMEA</i>	72
Gambar 3.1	Diagram Alir Penilaian Risiko dengan <i>Fuzzy-FMEA</i>	82
Gambar 3.2	Langkah Penyusunan Proses Bisnis.....	84
Gambar 3.3	Siklus Penataan Tata Laksana (<i>Business Process</i>)	86
Gambar 3.4	Struktur <i>Fuzzy Inference System</i> untuk <i>Fuzzy-FMEA</i>	96
Gambar 3.5	Fungsi Keanggotaan <i>Input Severity</i>	97

Gambar 3.6	Fungsi Keanggotaan <i>Input Occurrence</i>	97
Gambar 3.7	Fungsi Keanggotaan <i>Input Detection</i>	98
Gambar 3.8	Contoh Aturan <i>If-Then Fuzzy-FMEA</i>	99
Gambar 3.9	Fungsi Keanggotaan <i>Output</i>	100
Gambar 3.10	Matriks Penilaian Risiko.....	102
Gambar 4.1	Diagram Alir SOP Pengendalian Rekaman	110
Gambar 4.2	Contoh Daftar Induk Rekaman	114
Gambar 4.3	<i>Fishbone Diagram</i> untuk Kegagalan Kesalahan Penulisan Rekaman pada Daftar Rekaman	116
Gambar 4.4	<i>Fishbone Diagram</i> untuk Kegagalan Tidak Terkoreksinya Kesalahan Pererekaman	116
Gambar 4.5	<i>Fishbone Diagram</i> untuk Kegagalan Kesalahan <i>Input</i> Daftar Induk Rekaman pada SEMAR.....	117
Gambar 4.6	<i>Fishbone Diagram</i> untuk Kegagalan Pemilihan Tempat Penyimpanan Rekaman.....	117
Gambar 4.7	<i>Fishbone Diagram</i> untuk Kegagalan Kesalahan Pencatatan Peminjaman/Permintaan Rekaman.....	118
Gambar 4.8	Hasil Pembobotan	125
Gambar 4.9	Fungsi Anggota dan Nilai Variabel <i>Severity</i> Kategori <i>Very Low</i>	129
Gambar 4.10	Fungsi Anggota dan Nilai Variabel <i>Severity</i> Kategori Low	130
Gambar 4.11	Fungsi Anggota dan Nilai Variabel <i>Severity</i> Kategori <i>Moderate</i>	131
Gambar 4.12	Fungsi Anggota dan Nilai Variabel <i>Severity</i> Kategori <i>High</i>	132
Gambar 4.13	Fungsi Anggota dan Nilai Variabel <i>Severity</i> Kategori <i>Very High</i>	133
Gambar 4.14	Fungsi Anggota dan Nilai Variabel <i>Severity</i> (S)	134
Gambar 4.15	Fungsi Anggota dan Nilai Variabel <i>Occurrence</i> Kategori <i>Very Low</i>	135
Gambar 4.16	Fungsi Anggota dan Nilai Variabel <i>Occurrence</i> Kategori <i>Low</i>	136

Gambar 4.17 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel <i>Occurrence</i> Kategori <i>Moderate</i>	137
Gambar 4.18 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel <i>Occurrence</i> Kategori <i>High</i>	138
Gambar 4.19 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel <i>Occurrence</i> Kategori <i>Very High</i>	139
Gambar 4.20 Fungsi Seluruh Anggota dan Nilai Variabel <i>Occurrence (O)</i>	140
Gambar 4.21 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel <i>Detection</i> Kategori <i>Very Low</i>	141
Gambar 4.22 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel <i>Detection</i> Kategori <i>Low</i>	142
Gambar 4.23 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel <i>Detection</i> Kategori <i>Moderate</i>	143
Gambar 4.24 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel <i>Detection</i> Kategori <i>High</i>	144
Gambar 4.25 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel <i>Detection</i> Kategori <i>Very High</i>	145
Gambar 4.26 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel <i>Detection</i>	146
Gambar 4.27 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel <i>Output</i> Kategori <i>None</i>	148
Gambar 4.28 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel <i>Output</i> Kategori <i>Very Low</i>	148
Gambar 4.29 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel <i>Output</i> Kategori <i>Low</i>	150
Gambar 4.30 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel <i>Output</i> Kategori <i>High Low</i>	150
Gambar 4.31 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel <i>Output</i> Kategori <i>Low Medium</i>	150
Gambar 4.32 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel <i>Output</i> Kategori <i>Medium</i>	151
Gambar 4.33 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel <i>Output</i> Kategori <i>High Medium</i>	152
Gambar 4.34 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel <i>Output</i> Kategori <i>Low High</i>	152



Gambar 4.35 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel <i>Output</i> Kategori <i>High</i>	153
Gambar 4.36 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel <i>Output</i> Kategori <i>Very High</i>	154
Gambar 4.37 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel Keluaran (<i>Output</i>) ...	154
Gambar 4.38 Ilustrasi Perolehan Nilai Keluaran (<i>Output</i>) ($S = 1$; $O = 1$; $D = 1$).....	166
Gambar 4.39 Komposisi Semua Keluaran (<i>Output</i>) untuk Masukan (<i>Input</i>) ($S = 1$, $O = 1$, dan $D = 1$).....	172
Gambar 4.40 Daerah Solusi Masukan (<i>Input</i>) <i>Fuzzy</i> ($S = 1$, $O = 1$, dan $D = 1$).....	173
Gambar 5.1 Unsur Identitas Prosedur.....	192
Gambar 5.2 Contoh Bagian <i>Flowchart</i> Prosedur di Institusi Pemerintah	193
Gambar 5.3 Contoh Halaman Judul Dokumen Prosedur di Instansi Pemerintah	194
Gambar 5.4 Tahapan Pengembangan Prosedur.....	195



Daftar Tabel

Tabel 1.1	Skala Dampak Risiko dengan Skala Tiga	22
Tabel 1.2	Skala Dampak Risiko dengan Skala Lima	23
Tabel 1.3	Kemungkinan Risiko Skala Tiga	23
Tabel 1.4	Kemungkinan Risiko Skala Lima	24
Tabel 1.5	Peta Risiko Matriks 3x3	24
Tabel 1.6	Peta Risiko Matriks 5x5	25
Tabel 2.1	Skala <i>Severity</i>	44
Tabel 2.2	Skala <i>Occurrence</i>	45
Tabel 2.3	Skala <i>Detection</i>	45
Tabel 2.4	Ilustrasi Kombinasi S, O, dan D pada Perhitungan RPN	68
Tabel 3.1	Skala Penilaian Bobot	95
Tabel 3.2	Contoh Matriks Pembuatan Aturan Jika-Maka	99
Tabel 3.3	Interpretasi Fungsi Keanggotaan <i>Output</i>	101
Tabel 3.4	Konversi Skala <i>Crisp</i> Menjadi Linguistik	103
Tabel 3.5	Daftar Pertanyaan 5W2H	105
Tabel 4.1	Daftar Mode Kegagalan	115
Tabel 4.2	Daftar Penyebab Kegagalan	118
Tabel 4.3	Daftar Dampak Kegagalan	120
Tabel 4.4	Daftar Metode Deteksi Kegagalan	121
Tabel 4.5	Skala Pengukuran Kriteria <i>Severity</i>	122
Tabel 4.6	Skala Pengukuran Kriteria <i>Occurrence</i>	122

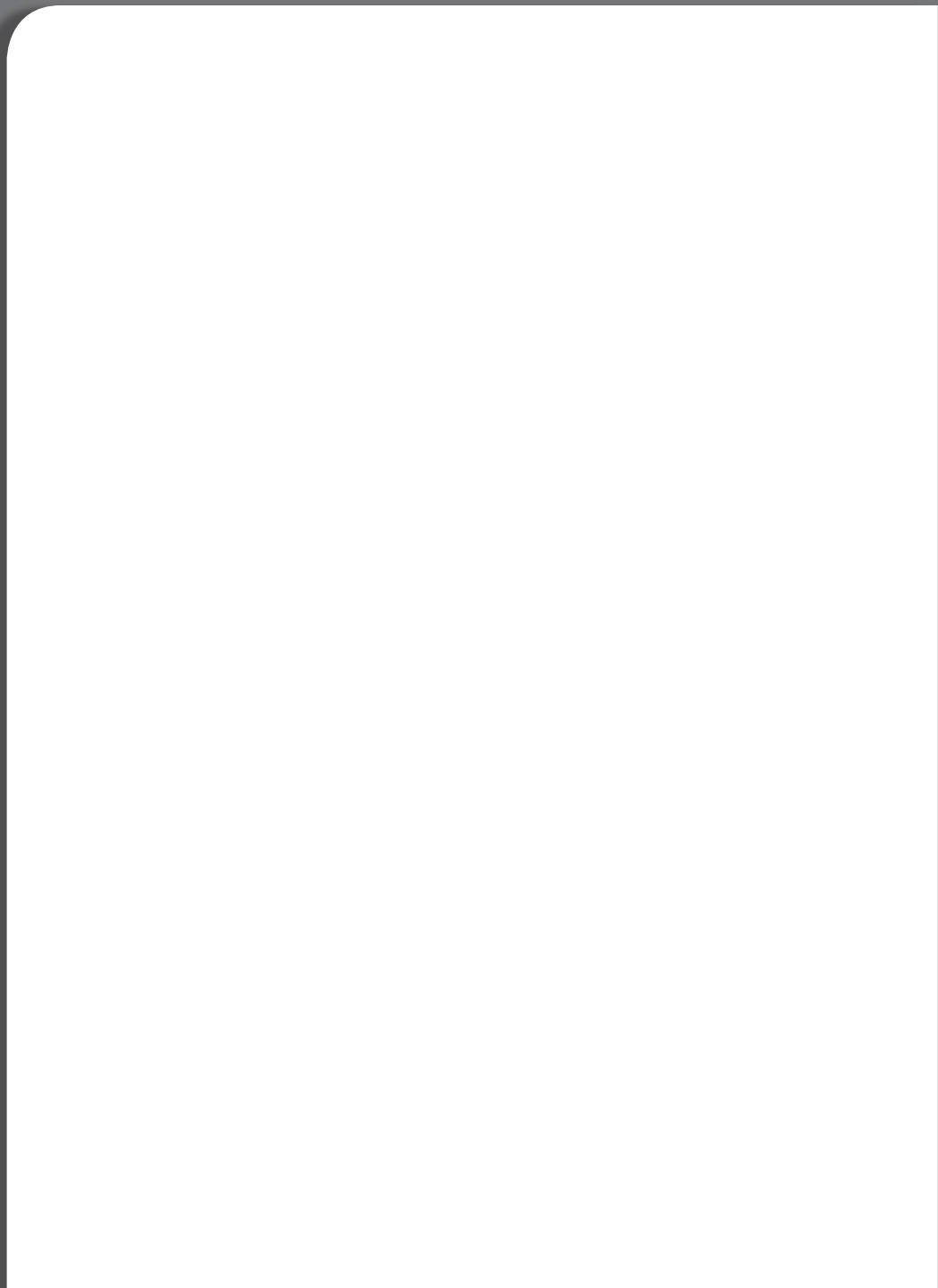
Tabel 4.7	Skala Pengukuran Kriteria <i>Detection</i>	123
Tabel 4.8	Hasil Penilaian Pembobotan Kriteria S, O, dan D	124
Tabel 4.9	Parameter Fungsi Keanggotaan Variabel <i>Input Severity</i>	127
Tabel 4.10	Parameter Fungsi Keanggotaan Variabel <i>Input Occurrence</i>	127
Tabel 4.11	Parameter Fungsi Keanggotaan Variabel <i>Input Detection</i>	128
Tabel 4.12	Parameter Fungsi Keanggotaan Variabel <i>Output</i>	146
Tabel 4.13	Dasar Aturan Variabel Masukan untuk Penentuan Keluaran <i>Fuzzy</i> (Aturan <i>Fuzzy</i>).....	154
Tabel 4.14	Matriks Penilaian Risiko	159
Tabel 4.15	Hasil Penilaian Risiko	162
Tabel 4.16	Evaluasi Variabel <i>Input</i> (S = 1, O = 1 dan D = 1)	166
Tabel 4.17	Aturan yang Memiliki Daerah Hasil Fungsi Minimum (S = 1, O = 1, dan D = 1).....	170
Tabel 4.18	Hasil Perhitungan Nilai RPN dan F-RPN	173
Tabel 4.19	Daftar Peringkat Risiko Proses Pengendalian Rekaman.....	176
Tabel 4.20	Usulan Tindakan Perbaikan dan Pencegahan dengan 5W2H.....	178
Tabel 4.21	Contoh Evaluasi Penilaian Risiko	180
Tabel 5.1	Simbol Diagram Alir.....	188
Tabel 5.2	Contoh Identitas untuk Prosedur Penilaian Risiko	199
Tabel A.	Skala Pengukuran Kriteria <i>Severity</i>	235
Tabel B.	Skala Pengukuran Kriteria <i>Occurrence</i>	235
Tabel C.	Skala Pengukuran Kriteria <i>Detection</i>	236
Tabel D.	Diagram Alir Penilaian Risiko.....	238
Tabel 1.	Hasil Penilaian Pembobotan Kriteria S, O, dan D.....	241
Tabel 2.	Nilai RI (<i>Random Index</i>)	244





Daftar Lampiran

LAMPIRAN 1: Kuesioner Pembobotan	223
LAMPIRAN 2: Lembar Kerja Penilaian Risiko dengan <i>Fuzzy-FMEA</i>	225
LAMPIRAN 3: Lembar Rekapitulasi Hasil dan Evaluasi Risiko dengan <i>Fuzzy-FMEA</i>	226
LAMPIRAN 4: Standar Operasional Prosedur (SOP) Penilaian Risiko	228
LAMPIRAN 5: Penghitungan Bobot <i>Severity</i> , <i>Occurrence</i> , dan <i>Detection</i>	240
LAMPIRAN 6: Formulir Tindak Lanjut terhadap Risiko	244



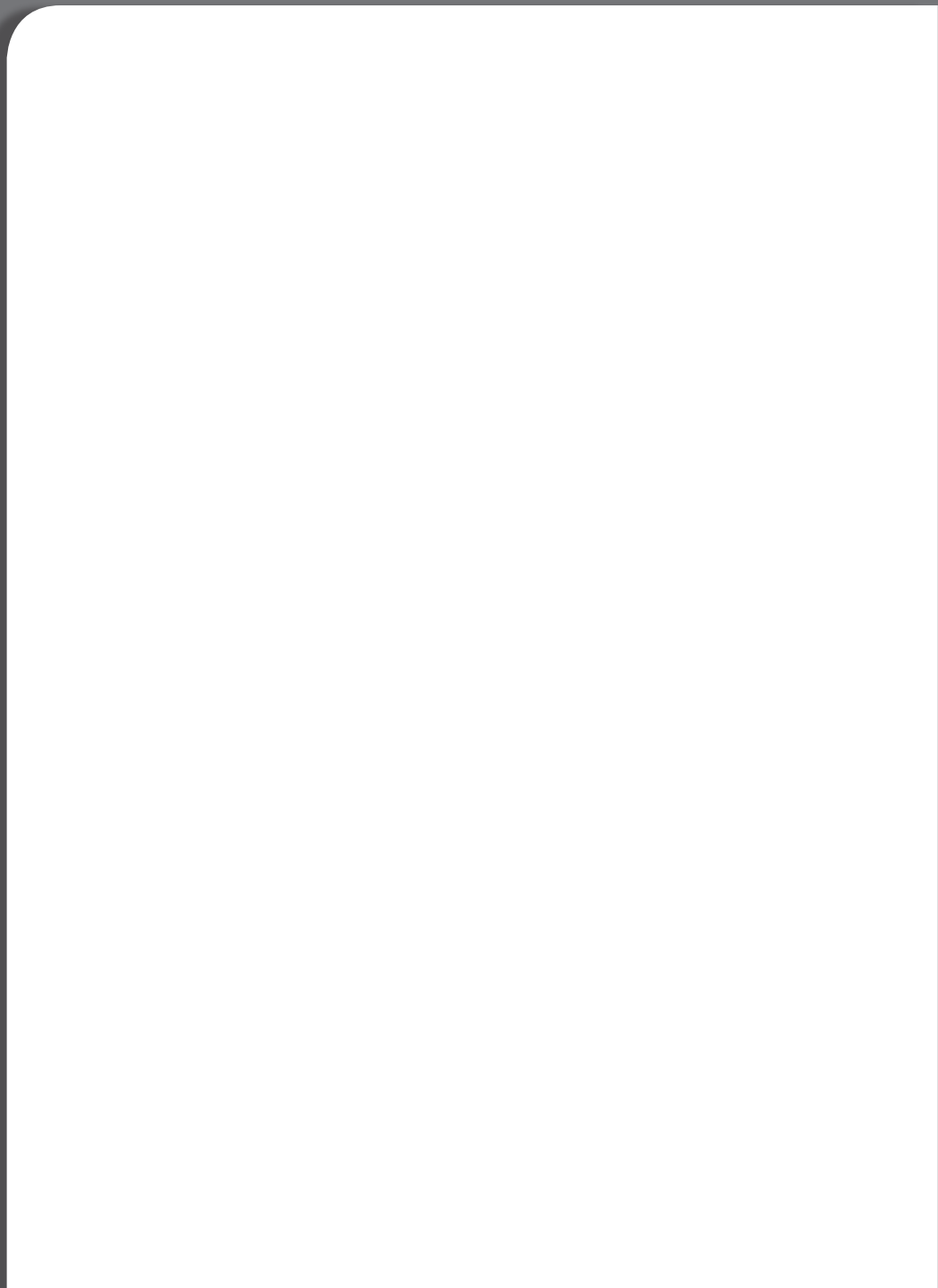


Pengantar Penerbit

Sebagai penerbit ilmiah, LIPI Press mempunyai tanggung jawab untuk menyediakan terbitan ilmiah yang berkualitas. Upaya tersebut merupakan salah satu perwujudan tugas LIPI Press untuk ikut serta dalam mencerdaskan kehidupan bangsa sebagaimana yang diamanatkan dalam pembukaan UUD 1945.

Buku ilmiah yang berjudul *Penilaian Risiko Instansi Pemerintahan dengan Fuzzy-Failure Mode and Effect Analysis* ini membahas mengenai penilaian risiko sebagai salah satu kegiatan yang wajib dilaksanakan instansi pemerintah berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 90 Tahun 2008 tentang Sistem Pengendalian Intern Instansi Pemerintah (SPIP), dengan menggunakan metode *fuzzy-failure mode and effect analysis*. Oleh karena itu, buku ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan yang sangat berharga mengenai metode *fuzzy-failure mode and effect analysis*, sebagai jawaban atas kebutuhan akan adanya suatu metode penilaian dan manajemen risiko yang akurat. Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu proses penerbitan buku ini.

LIPI Press





Kata Pengantar

Peningkatan kualitas pelayanan publik merupakan salah satu indikator yang ditetapkan dalam agenda reformasi birokrasi dan dapat diwujudkan salah satunya dengan sistem pengendalian dan pengawasan. Dalam hal ini, pemerintah telah menetapkan Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008 tentang Sistem Pengendalian Intern Pemerintah (SPIP). Poin penting dalam peraturan tersebut adalah besarnya peran pimpinan instansi dalam mewujudkan lingkungan pengendalian dan menciptakan kepemimpinan yang kondusif. Kepemimpinan yang kondusif dapat diciptakan dengan melibatkan unsur risiko dalam proses pengambilan keputusan.

Risiko tidak dapat dihindari termasuk pada konteks pelaksanaan kegiatan di institusi pemerintahan. Risiko penting diketahui untuk memperkirakan konsekuensi yang akan diterima, tindakan pengendalian yang harus diambil atas risiko tersebut serta cara mengetahui risiko tersebut. Hal ini dapat diketahui dengan melakukan pengukuran atau penilaian risiko. Penilaian risiko pada instansi pemerintah tidak dapat dilakukan dengan sembarangan dan memerlukan unsur kaidah ilmiah agar hasil penilaian tersebut dapat dipertanggungjawabkan. Metode atau cara yang digunakan pun harus sesuai dengan konteks organisasi pemerintah dan peraturan perundangan. Jenis metode penilaian risiko apa yang sesuai dengan konteks institusi pemerintah? Apakah metode tersebut berkesesuaian dengan peraturan perundangan? Apakah metode

penilaian tersebut dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah? Beberapa pertanyaan tersebut mungkin akan muncul di benak setiap institusi pemerintah ketika melakukan penilaian risiko.

Buku ini menjelaskan gambaran proses penilaian risiko mulai dari tahapan identifikasi risiko, analisis risiko, sampai dengan tindakan perbaikan serta pencegahan risiko dengan menggunakan kerangka penilaian risiko yang selaras dengan Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008 dan diharapkan dapat menjawab beberapa pertanyaan tersebut. Metode penilaian risiko dalam buku ini merupakan modifikasi kerangka penilaian risiko *failure mode and effect analysis* (FMEA) dengan logika matematis, yaitu logika *fuzzy* dan kaidah-kaidah ilmiah yang dapat diterima. Nilai risiko ditunjukkan dengan nilai *fuzzy-risk priority number* (F-RPN). Buku ini dilengkapi dengan studi kasus penerapan dan prosedur penilaian risiko serta diharapkan dapat menjadi salah satu rujukan untuk membantu kebutuhan instansi pemerintah dalam proses penilaian risiko.

Sebagai penutup, saya berharap kehadiran buku ini dapat memicu kemunculan buku-buku bertemakan penilaian risiko lainnya sehingga dapat memperkaya khazanah keilmuan manajemen risiko, khususnya untuk instansi pemerintahan. Selain itu, hal tersebut diharapkan mampu mendorong terciptanya pelayanan dan menciptakan sistem pemerintahan yang baik, akuntabel, dan transparan.

Dr. Ir. R. Harry Arjadi, M.Sc.

Kepala Pusat Penelitian Sistem Mutu dan Teknologi Pengujian
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Periode 2014–April 2016





Prakata

Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008 tentang Sistem Pengendalian Intern Instansi Pemerintah (SPIP) merupakan salah satu program reformasi birokrasi terkait penguatan penerapan sistem integritas. Salah satu unsur penerapannya adalah penilaian risiko. Oleh karena itu, penilaian risiko merupakan salah satu aspek yang wajib dilakukan sebagai perwujudan pelaksanaan SPIP bagi instansi pemerintah. Hal tersebut tercantum secara eksplisit dalam PP No. 60 Tahun 2008 Pasal 13 ayat (1) yang berbunyi, “Pimpinan Instansi Pemerintah wajib melakukan penilaian risiko”. Penilaian risiko terdiri atas dua unsur, yaitu identifikasi risiko dan analisis risiko. Identifikasi risiko sekurang-kurangnya harus dijalankan dengan metodologi yang sesuai dengan tujuan instansi pemerintah. Penilaian risiko merupakan salah satu upaya untuk menentukan dampak risiko terhadap tujuan instansi pemerintah dan hasil penilaiannya menjadi masukan dalam proses pengendalian yang ditujukan sebagai tindakan untuk mengatasi risiko. Penilaian risiko yang terintegrasi dengan sistem pengendalian akan menciptakan manajemen pengelolaan risiko yang baik dan berperan sebagai indikator pengawasan intern yang efektif. Prinsip akuntabilitas, transparansi, dan partisipasi sebagai prinsip tata kelola pemerintahan yang baik dapat diwujudkan, salah satunya dengan pengawasan intern yang efektif melalui sistem penilaian risiko instansi pemerintah yang baik.

Kewajiban penilaian risiko yang melekat pada instansi pemerintah menjadi faktor pendorong bagi instansi pemerintah untuk

menentukan metode atau mekanisme penilaian risiko. Apakah metode yang dipilih sesuai dengan ketentuan perundangan dan tujuan instansi pemerintah? Permasalahan tersebut perlu menjadi perhatian untuk mengetahui metode penilaian risiko yang sesuai dengan konteks instansi pemerintah. Apakah metode tersebut sesuai dengan konsep penilaian risiko yang diamanatkan PP No. 60 Tahun 2008?

Buku yang berjudul *Penilaian Risiko Instansi Pemerintah dengan Fuzzy-Failure Mode and Effect Analysis* hadir untuk menjawab semua pertanyaan tersebut. Buku ini dapat menjawab kebutuhan penilaian dan pengelolaan risiko yang disertai dengan tindakan perbaikan dan pencegahan sebagai perwujudan unsur SPIP. Buku ini juga menjelaskan mengenai kesesuaian metode yang dipilih dengan konsep penilaian risiko pada PP No. 60 Tahun 2008.

Siapa yang Perlu Membaca Buku Ini?

Buku ini bermanfaat untuk siapa saja yang tertarik dengan topik pengelolaan penilaian risiko, khususnya penilaian risiko dengan pendekatan *fuzzy-failure mode and effect analysis* pada instansi pemerintah. Beberapa pihak yang dapat mengambil manfaat lebih dari buku ini adalah sebagai berikut.

- 1) Pengambil kebijakan terkait pengelolaan risiko. Penulis mengharapkan pengetahuan yang disajikan dalam buku ini dapat memberikan masukan dalam penyusunan dan pengembangan kebijakan penilaian risiko.
- 2) Instansi pemerintah, baik pusat maupun daerah, yang memiliki kewajiban melakukan penilaian analisis risiko. Kehadiran buku ini diharapkan dapat menjadi alternatif metode penilaian risiko yang harus diselenggarakan pada instansinya.
- 3) Para akademisi, baik mahasiswa, dosen, maupun para peneliti. Kandungan buku ini tidak hanya membahas praktik penilaian risiko, namun juga pengetahuan mengenai konsep dan kontekstualisasi penilaian risiko.



Isi dan Sistematika Penulisan

Buku ini terdiri atas enam bab yang membahas mengenai konsep risiko, pelaksanaan penilaian risiko, dan tindakan pengendalian risiko untuk instansi pemerintahan. Bab satu berisi penjelasan mengenai pentingnya penilaian risiko, konsep penilaian risiko menurut PP No. 60 Tahun 2008, pedoman umum penilaian risiko dan permasalahan penilaian risiko. Bab dua menguraikan konsep dasar dan penilaian risiko yang menjelaskan mengenai definisi risiko, analisis risiko, dan jenis risiko. Bab ini juga membahas mengenai manajemen risiko, konsep *failure mode and effect analysis* (FMEA), *fuzzy*, integrasi *fuzzy*-FMEA, dan perbandingan konsep analisis risiko PP No. 60 Tahun 2008 dengan *fuzzy-failure mode and effect analysis* serta kontekstualisasi *fuzzy*-FMEA.

Bab tiga berisi uraian langkah penilaian risiko dengan *fuzzy*-FMEA. Bab ini secara rinci menjelaskan ruang lingkup analisis, seperti identifikasi pemangku kepentingan (*stakeholder*), identifikasi fungsi, persyaratan, dan spesifikasi serta identifikasi mode, penyebab, dampak, dan metode deteksi kegagalan. Bab ini juga menjelaskan penentuan skala penilaian risiko, penentuan sistem inferensi *fuzzy*, proses penilaian risiko, penghitungan nilai risiko, tindakan perbaikan, pencegahan dan evaluasi hasil penilaian risiko. Bab empat berisi penjelasan mengenai penerapan langkah penilaian risiko pada sebuah studi kasus. Bab lima menjelaskan mengenai prosedur penilaian risiko yang bertujuan agar institusi pemerintah dapat membuat prosedur penilaian risiko sesuai dengan Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 12 Tahun 2011 tentang Pedoman Penataan Tata Laksana (*business process*). Bab ini ditujukan agar instansi pemerintah memiliki prosedur penilaian risiko dengan pendekatan *fuzzy*-FMEA sebagai upaya menjamin konsistensi penilaian risiko. Kemudian, Bab enam adalah penutup.

Ucapan Terima Kasih

Penulis ingin menyampaikan rasa syukur ke hadirat Allah Swt. karena atas izin dan pertolongan-Nya buku ini dapat diselesaikan. Dalam penyusunan buku ini, penulis juga menyadari adanya keterlibatan pihak-pihak yang memberikan masukan, baik dukungan moril maupun materiil sampai pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan buku ini. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada Kepala Pusat Penelitian Sistem Mutu dan Teknologi Pengujian (P2SMTP-LIPI) dan seluruh jajarannya, seluruh anggota kelompok penelitian Manajemen Mutu P2SMTP LIPI, yaitu Medi Yarmen, Sik Sumaedi, I Gede Mahatma Yuda Bakti, Tri Rakhmawati, Nidya J. Astrini, M. Azwar Massijaya, dan Sih Damayanti serta kelompok penelitian Kompatibilitas Sistem Kelistrikan dan Konservasi Energi P2SMTP-LIPI, yaitu Sri Kadarwati, Hari Tjahjono, Sutrisno Salomo, Immamul Muchlis, Nanang Kusnandar, Prayoga Bakti, Bayu Utomo, Qudsiyyatul Lailiyah, dan Iput Kasyanto. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada Pimpinan maupun personel P2SMTP-LIPI lainnya yang memungkinkan buku ini dapat disusun.

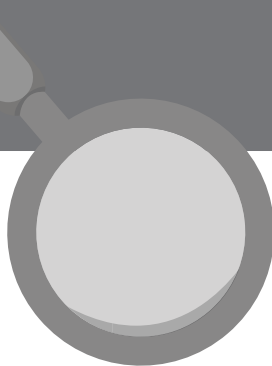
Penulis memahami bahwa penulisan buku ini memiliki keterbatasan dan memungkinkan adanya unsur kesalahan. Oleh karena itu, penulis menyampaikan permohonan maaf sebesar-besarnya apabila terdapat kesalahan dalam penulisan buku ini dan penulis sangat mengharapkan saran maupun masukan untuk perbaikan buku ini di masa mendatang.

Sebagai penutup, penulis mengharapkan buku ini dapat menyumbangkan ilmu dan pengetahuan yang bermanfaat bagi para pembacanya serta dapat memberikan sumbangsih dalam mewujudkan Indonesia yang lebih baik.

Serpong, Maret 2016

Penulis





BAB I

Urgensi Penilaian Risiko Instansi Pemerintah

■ TUJUAN:

Setelah membaca bab ini, para pembaca diharapkan dapat:

1. Mengetahui konsep penilaian risiko bagi instansi pemerintah.
2. Mengetahui pedoman umum pelaksanaan penilaian risiko.
3. Mengetahui permasalahan penilaian risiko pada instansi pemerintah.

A. Penilaian Risiko bagi Instansi Pemerintah

Good governance atau tata kelola pemerintah yang baik merupakan usaha mengembalikan kepercayaan masyarakat agar kondisi ekonomi, sosial, dan politik pulih setelah mengalami krisis ekonomi akibat tata kelola pemerintahan yang buruk (Sunarsip, 2001 dalam Zeyn, 2011). Buruknya kondisi tata kelola pemerintah menurut Siagian (1996 dalam Ismiyanto, Suwitri, Warella, & Sundarso, 2015) mengakibatkan masyarakat harus menghadapi kesulitan, seperti penundaan proses perizinan, kesulitan kontak layanan, dan dalih kesibukan sehingga proses pelayanan tidak se-

suai. Kondisi tersebut dapat mendorong tingginya biaya ekonomi dan menghambat laju perekonomian. Duadji (2012) menyebutkan tata kelola pemerintahan yang buruk dapat dilihat dari buruknya aspek kedisiplinan aparatur, budaya kerja, kualitas layanan, netralitas birokrasi, dan tumpang tindihnya peraturan perundang-an. Kondisi tata kelola pemerintahan yang demikian masih dapat ditemukan di Indonesia sehingga masyarakat masih menilai kinerja aparatur dan kualitas layanan publik masih di bawah harapan. Selain itu, hadirnya fenomena intervensi pejabat politik terhadap pejabat birokrat memperkuat penilaian negatif masyarakat terhadap tata kelola pemerintahan.

Romli (2013) menyebutkan bahwa birokrat dan aparatur pemerintahan saat ini dipandang tidak profesional dan memiliki motivasi yang rendah untuk berubah dan berinovasi. Menurut Siagian (1994 dalam Romli, 2013), model kepemimpinan puncak yang masih feodal dan paternalistik juga sangat berpengaruh terhadap kinerja pemerintah yang dinilai Romli (2013) memperburuk proses perbaikan manajerial di tingkat bawah dan menengah dalam rangka peningkatan pelayanan publik. Romli (2013) menambahkan bahwa masyarakat sangat tidak mengharapkan kondisi tersebut dan menginginkan birokrasi yang mudah menerima perubahan serta memiliki konsep pengembangan pelayanan baru, tidak terlalu prosedural dan birokratis. Menurut Yusrialis (2012), pandangan bahwa birokrasi merupakan suatu tembok tebal yang tidak dapat ditembus oleh masyarakat dan merupakan kekuasaan yang sakral perlu diubah. Yusrialis pun menambahkan bahwa birokrasi yang memiliki karakteristik hierarki kekuasaan sistem patrimonial yang memiliki paradigma 'semakin tinggi jabatan, semakin besar kekuasaannya' dan menempatkan masyarakat sebagai level yang paling rendah (*powerless*) harus diubah. Sistem birokrasi yang melayani dan menempatkan masyarakat pada posisi teratas (sebagai pihak yang berhak memperoleh pelayanan) adalah paradigma yang harus dibangun oleh pemerintahan saat ini dengan upaya reformasi pada konteks birokrasi atau yang disebut dengan reformasi birokrasi.



Reformasi birokrasi merupakan langkah mengubah cara pandang aparatur atau birokrat maupun masyarakat terhadap birokrasi (Yusrialis, 2012). Perubahan paradigma aparatur dan budaya birokrasi sangat penting karena budaya organisasi dan sumber daya manusia merupakan penentu keberhasilan agenda reformasi birokrasi (Ismiyarto dkk., 2015). Dalam konteks birokrasi, budaya birokrasi dan sumber daya aparatur atau birokrat merupakan faktor penentu yang tecermin dalam perilaku birokrasi. Perilaku birokrasi dan pemerintah merupakan cermin budaya politik yang memengaruhi kehidupan politik masyarakat Indonesia. Yusrialis (2012) menjelaskan ada keterkaitan erat antara budaya birokrasi dan budaya politik dalam hal birokrasi sebagai institusi politik, pemahaman budaya politik elit, dan administrator pembangunan nasional. Sebagai institusi politik, birokrasi dapat disebutkan sebagai imbalan jasa terhadap partai politik yang sudah berperan dalam pertarungan politik. Dalam pemahaman budaya politik elit, birokrasi merupakan cerminan perilaku elit politik karena birokrasi pada hakikatnya terdiri atas aparatur negara yang merupakan para birokrat. Dalam konteks administrator pembangunan nasional, birokrasi berperan dalam perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan pembangunan yang dalam hal ini dilakukan para birokrat. Ismiyarto dkk. (2015) menekankan pentingnya reformasi karena empat alasan, yaitu reformasi dapat menghubungkan inovasi dan transformasi, membantu pencapaian efisiensi dan efektivitas, membawa perubahan sistematis pada pemerintahan dengan terencana dan hati-hati serta memfasilitasi perubahan yang diharapkan masyarakat.

Reformasi birokrasi menjadi salah satu agenda yang wajib dijalankan oleh setiap instansi pemerintah untuk memperbaiki kinerja dan menghadirkan sistem pemerintahan yang baik. United Nations Development Programme (UNDP) mendefinisikan *good governance* sebagai “*the exercise of political, economic and administrative authority to manage a nation’s affair at all levels. It comprises the mechanisms, processes, and institutions through which citizens and*



groups articulate their interests, exercise their legal rights, meet their obligations, and mediate their differences.” (UNDP, 2006, 3). Zeyn (2011) menyampaikan substansi dari tata kelola pemerintahan yang baik adalah pelayanan publik yang efisien, sistem pengadilan yang dapat diandalkan, pemerintahan yang bertanggung jawab, dan penyelenggaraan pemerintahan yang solid dengan menjaga sinergisme interaksi yang konstruktif di antara pemerintah, swasta, dan masyarakat. Berbeda dengan konsep Weber yang memandang tata kelola pemerintahan yang baik hanya bersifat administratif, Sedarmayanti (2003 dalam Sudrajat, 2009) memiliki pemahaman bahwa tata kelola pemerintahan yang baik terdiri atas tata kelola ekonomi, politik dan administratif. Tata kelola ekonomi meliputi keadilan, kemiskinan, dan kualitas hidup yang difasilitasi proses pengambilan keputusan. Tata kelola politik terkait pengambilan keputusan dalam aspek formulasi kebijakan, sedangkan tata kelola administratif berkaitan dengan penerapan proses kebijakan.

Duadji (2012) menyampaikan lima langkah yang perlu ditempuh untuk menciptakan tata kelola pemerintahan yang baik, yaitu reformasi birokrasi manajemen publik, pemberantasan korupsi, peningkatan layanan publik, keterbukaan akses informasi, dan partisipasi publik dalam penyelenggaraan tatanan pemerintahan. Tata kelola pemerintahan yang baik dilandasi oleh tiga hal, yaitu akuntabilitas, transparansi, dan partisipasi (Asian Development Bank, 1999; Osborne & Geabler, 1992). Duadji (2012) menyatakan bahwa akuntabilitas menuntut kemampuan menjawab aparat mengenai pertanyaan yang berkaitan dengan penggunaan kewenangan, sumber daya dan pencapaiannya serta konsekuensinya. Hal senada disampaikan Mardiasmo (2009) bahwa akuntabilitas dapat diartikan sebagai bentuk kewajiban pihak pemegang amanah kepada pemberi amanah untuk mempertanggungjawabkan, menyajikan, melaporkan, dan mengungkapkan segala aktivitas serta kegiatan yang menjadi keberhasilan atau kegagalan pelaksanaan misi organisasi dalam mencapai tujuan dan sasaran yang telah ditetapkan sebelumnya melalui suatu media pertanggungjawaban

yang dilaksanakan secara periodik. Akuntabilitas menjadi ukuran untuk menunjukkan tingkat kesesuaian penyelenggaraan pelayanan terhadap nilai atau norma eksternal pihak terkait pelayanan tersebut (Duadji, 2012).

Nirwandar (1997 dalam Duadji, 2012) mendefinisikan transparansi sebagai jaminan kebebasan bagi masyarakat untuk memperoleh akses informasi kebijakan, proses pembuatan, pelaksanaan, dan capaiannya. Duadji (2012) menyebutkan komunikasi publik oleh pemerintah dan hak masyarakat terhadap akses informasi merupakan dua aspek yang terkandung dalam transparansi. Transparansi memiliki tiga parameter ukur, yaitu memfasilitasi mekanisme yang menjamin sistem keterbukaan dan standarisasi dari semua proses pelayanan publik, memfasilitasi semua pertanyaan publik tentang berbagai kebijakan dan pelayanan publik maupun seluruh proses di dalam sektor publik, dan memfasilitasi pelaporan, penyebaran informasi ataupun penyimpangan tindakan aparat publik di dalam kegiatan pelayanan publik. Menurut Duadji (2012), partisipasi merupakan pilar yang mengakomodasi hak masyarakat untuk terlibat dalam pengambilan keputusan dalam aktivitas penyelenggaraan pemerintahan dan dapat membantu mewujudkan demokrasi yang kuat, meningkatkan kualitas serta mengefektifkan layanan publik. Ketersediaan informasi yang cukup, akurat, dan tepat waktu menjadikan masyarakat dapat berperan dalam sistem pengawasan kebijakan publik serta mencegah kecurangan atau manipulasi dalam penyelenggaraan pemerintahan.

Akuntabilitas yang dimaksud dalam konteks tata kelola pemerintahan yang baik adalah akuntabilitas publik. Menurut Mardiasmo (2009), akuntabilitas publik dapat diartikan sebagai bentuk perwujudan atas kewajiban yang melekat pada instansi pemerintah untuk mempertanggungjawabkan pengelolaan dan pengendalian sumber daya serta pelaksanaan kebijakan yang dapat dipercaya dalam rangka pencapaian tujuan yang telah ditetapkan melalui media pertanggungjawaban secara periodik. Peraturan Presiden No-

mor 29 Tahun 2014 tentang Sistem Akuntabilitas Kinerja Instansi Pemerintah (SAKIP) diterbitkan pada tahun 2014. Peraturan ini dikeluarkan untuk menjamin pelaksanaan pelaporan keuangan dan kinerja instansi pemerintah serta menjamin akuntabilitas kinerja instansi pemerintah. SAKIP menurut Perpres No. 29 Tahun 2014 ini merupakan "rangkaian sistematis dari berbagai aktivitas, alat, dan prosedur yang dirancang untuk tujuan penetapan dan pengukuran, pengumpulan data, pengklasifikasian, pengikhtisaran serta pelaporan kinerja pada instansi pemerintah, dalam rangka pertanggungjawaban dan peningkatan kinerja instansi pemerintah". SAKIP menuntut setiap instansi pemerintah menyusun rencana strategis, keluaran dan hasil serta melakukan pengukuran kinerja dan evaluasi kinerja. Rencana strategis harus mendeskripsikan visi, misi, tujuan, dan sasaran serta strategi untuk mencapai tujuan dan sasaran tersebut. Keluaran dan hasil pelaksanaan rencana strategis harus jelas untuk dijadikan dasar acuan pengukuran kinerja dan evaluasi kinerja. Pengukuran dan evaluasi kinerja ini diharapkan dapat menjadi masukan untuk perbaikan kinerja pada periode mendatang.

Akuntabilitas publik menurut Bovens (2007) memiliki tiga fungsi utama, yaitu menyediakan kontrol demokrasi, mencegah korupsi dan penyalahgunaan kekuasaan serta meningkatkan efisiensi dan efektivitas. Harlow (2002 dalam Bovens, 2007) menyebutkan akuntabilitas dapat memengaruhi legitimasi pemerintahan. Bovens (2007, 449) mengatakan lebih lanjut bahwa "*accountability does not refer to sovereigns holding their subjects to account, but to the reverse: it is the authorities themselves who are being held accountable by their citizens*". Akuntabilitas oleh Dubnick (2002 dalam Bovens, 2007) disebut sebagai ciri yang mudah dikenali dari tata kelola pemerintahan yang baik. Akuntabilitas dapat menjadi jargon politik untuk mencitrakan kepercayaan, kesetiaan, dan keadilan serta sebagai tameng terhadap kritik (Bovens, 2007). Mulgan (2001 dalam Bovens, 2007) menyebutkan bahwa akuntabilitas dalam konteks politik dipandang sebagai sebuah konsep

pemersatu, transparansi, ekuitas, demokrasi, efisiensi, daya tanggap, pertanggungjawaban, dan integritas. Pemaparan di atas memperlihatkan pentingnya akuntabilitas, tetapi dalam mewujudkan sistem pemerintahan yang akuntabel dan bersih tidaklah mudah dikarenakan banyaknya pengaruh faktor ketidakpastian. Faktor tersebut dapat bersumber, baik dari internal maupun eksternal pemerintahan, salah satunya adalah risiko yang sering kali dianggap memiliki konotasi negatif. Manajemen risiko merupakan bentuk pengelolaan yang baik dalam menanggulangi permasalahan risiko. Badan Pengawas Keuangan dan Pembangunan (BPKP) (2012) mendefinisikan manajemen risiko sebagai aplikasi yang sistematis atas kebijakan manajemen, prosedur dan seluruh praktik dalam menetapkan konteks, mengidentifikasi, menganalisis, mengevaluasi, memperlakukan, memantau, dan mengomunikasikan peristiwa risiko. Kusumawati dan Riyanto (2005) menyebutkan bahwa manajemen risiko yang baik akan menjadi kekuatan vital bagi tata kelola pemerintahan yang baik.

Penilaian risiko merupakan salah satu unsur dalam manajemen risiko dan sistem pengendalian intern pemerintah. Pemerintah telah menetapkan aturan jelas mengenai pentingnya SPIP bagi instansi pemerintah dalam PP No. 60 Tahun 2008 mengenai Sistem Pengendalian Intern Pemerintah (SPIP) dan berlaku untuk seluruh satuan kerja pemerintah, baik pusat maupun daerah. Peraturan tersebut mendefinisikan SPIP sebagai proses pengendalian terintegrasi yang dilakukan terus menerus terhadap tindakan dan kegiatan instansi pemerintah yang dilakukan oleh seluruh elemen instansi pemerintah dengan tujuan memberikan jaminan pencapaian tujuan instansi. Peraturan tersebut mewajibkan instansi pemerintah untuk melakukan penilaian risiko. SPIP memiliki empat tujuan, yaitu pencapaian tujuan negara yang efektif dan efisien, keandalan pelaporan keuangan, pengamanan aset negara serta ketaatan terhadap peraturan perundang-undangan. Tujuan tersebut dapat tercapai dengan menerapkan semua unsur pembentuk SPIP, seperti yang tertuang dalam PP No. 60 Tahun



2008, salah satunya adalah penilaian risiko yang dianggap penting untuk diperhatikan karena dapat menggambarkan kemungkinan kejadian yang mengancam pencapaian tujuan dan sasaran organisasi. Pimpinan instansi bertanggung jawab atas penilaian risiko yang harus dilakukan dalam setiap proses pengambilan keputusan sebagai indikator kepemimpinan yang kondusif. Penilaian risiko juga merupakan perwujudan peran aparat dalam pengawasan intern pemerintahan sebagai upaya peringatan dini dan peningkatan efektivitas penyelenggaraan tugas dan fungsi instansi pemerintah.

Penilaian risiko yang merupakan salah satu unsur pengendalian diharapkan dapat mendorong peningkatan kualitas tata kelola pemerintahan yang diemban oleh instansi pemerintah. Penilaian risiko juga diharapkan dapat membantu pemerintah dalam rangka mencapai tata kelola pemerintahan yang efektif, efisien, transparan, dan akuntabel yang merupakan pengejawantahan dari tata kelola pemerintahan yang baik. Berdasarkan pasal 13 ayat (2) dalam PP No. 60 Tahun 2008, penilaian risiko meliputi dua unsur pokok, yaitu melakukan identifikasi risiko dan analisis risiko. Pada pelaksanaannya, penilaian risiko harus dilakukan menggunakan metode yang sesuai dengan tujuan instansi pemerintah, menggunakan mekanisme yang memadai untuk mengidentifikasi risiko, dan mempertimbangkan faktor internal, eksternal serta faktor lain yang berpengaruh. Metode penilaian risiko dapat dilakukan dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Rot (2008) mengungkapkan bahwa nilai risiko pada pendekatan kuantitatif ditunjukkan dengan ukuran numerik, sedangkan pada pendekatan kualitatif ditunjukkan dalam bentuk penjelasan deskriptif. Pada umumnya, pendekatan kualitatif menggambarkan nilai aset secara deskriptif serta skala kualitatif frekuensi terjadinya risiko dan kerentanannya. Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008 menyebutkan bahwa risiko dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor internal dan eksternal. Faktor eksternal yang harus dipertimbangkan dalam penilaian risiko pada instansi pemerintah meliputi peraturan perundang-undangan baru, perkembangan teknologi, bencana alam,

dan gangguan keamanan, sedangkan faktor internal dapat berupa keterbatasan dana operasional, sumber daya manusia, peralatan, kebijakan dan prosedur, dan suasana kerja.

Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008 mengamanatkan bahwa proses penilaian risiko harus diawali dengan penetapan tujuan instansi pemerintah, mulai dari setiap tingkatan organisasi sampai dengan tingkat kegiatan serta harus mencakup konteks strategis, organisasi, dan operasional. Penetapan tujuan mengacu pada rencana strategis dan rencana kerja tahunan instansi pemerintah dan akan menjadi acuan atau kriteria dalam penilaian risiko. Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008 lebih lanjut mengamanatkan bahwa penilaian risiko harus menggunakan metode yang sesuai dengan tujuan pada setiap tingkat organisasi atau kegiatan dan harus memadai untuk menilai efektivitas kegiatan pengendalian.

Kesimpulan yang dapat diambil dari pemaparan di atas adalah instansi pemerintah harus melakukan penilaian risiko sebagai bentuk tanggung jawab dalam rangka mewujudkan tata kelola pemerintahan yang baik. Penilaian risiko wajib dilakukan instansi pemerintah sebagai bentuk pemenuhan terhadap PP No. 60 Tahun 2008 yang secara eksplisit disebutkan pada pasal 17 ayat (1) bahwa “analisis risiko sebagaimana dimaksud dalam Pasal 13 ayat (2) huruf b dilaksanakan untuk menentukan dampak dari risiko yang telah diidentifikasi terhadap pencapaian tujuan Instansi Pemerintah”. Pelaksanaan penilaian risiko diharapkan dapat mewujudkan efisiensi dan efektivitas layanan pemerintah terhadap masyarakat serta mendorong peningkatan kualitas pelayanan. Selain itu, penilaian risiko juga penting dilakukan sebagai dasar bagi instansi pemerintah dalam menyusun rencana strategis dan menghindari pemborosan APBN/APBD karena seluruh risiko yang mungkin terjadi telah diantisipasi dan dikendalikan oleh instansi tersebut (BPKP, 2008).

B. Konsep Penilaian Risiko Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008

Penilaian risiko merupakan salah satu unsur Sistem Pengendalian Intern Pemerintah (SPIP) yang tercantum pada Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008. Penilaian risiko didefinisikan sebagai “kegiatan penilaian atas kemungkinan kejadian yang mengancam pencapaian tujuan dan sasaran Instansi Pemerintah”. Pasal 13 pada PP No. 60 Tahun 2008 mengenai penilaian risiko menyebutkan bahwa:

- 1) Pimpinan instansi pemerintah wajib melakukan penilaian risiko.
- 2) Penilaian risiko sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas:

- a) Identifikasi Risiko

Identifikasi risiko pada Pasal 13 dijelaskan secara rinci pada Pasal 16. Identifikasi risiko disebutkan harus dilaksanakan dengan minimal melakukan ketentuan, yaitu harus menggunakan metodologi yang sesuai untuk tujuan instansi pemerintah dan tujuan pada tingkatan kegiatan secara komprehensif; menggunakan mekanisme yang memadai untuk mengenali risiko dari faktor eksternal dan faktor internal; dan menilai faktor lain yang dapat meningkatkan risiko.

- b) Analisis Risiko

Analisis risiko pada Pasal 17 dilaksanakan untuk menentukan dampak dari risiko yang telah diidentifikasi terhadap pencapaian tujuan instansi pemerintah. Pada pelaksanaannya, pimpinan instansi pemerintah harus menerapkan prinsip kehati-hatian dalam menentukan tingkat risiko yang dapat diterima.

- 3) Dalam rangka penilaian risiko, pimpinan instansi pemerintah menetapkan:



a) Tujuan Instansi Pemerintah

Menurut penjelasan Pasal 14, tujuan instansi pemerintah harus memuat pernyataan dan arahan yang spesifik, terukur, dapat dicapai, realistis, dan terikat waktu serta wajib dikomunikasikan kepada seluruh pegawai. Pimpinan instansi pemerintah menetapkan strategi operasional yang konsisten, strategi manajemen terintegrasi, dan rencana penilaian risiko agar tujuan organisasi tercapai.

b) Tujuan pada Tingkatan Kegiatan

Penetapan tujuan pada tingkatan kegiatan sebagaimana dimaksud dalam PP No.60 Tahun 2008 sekurang-kurangnya dilakukan dengan memperhatikan ketentuan sebagai berikut:

- Berdasarkan pada tujuan dan rencana strategis instansi pemerintah;
- Saling melengkapi, saling menunjang, dan tidak bertentangan satu dengan lainnya;
- Relevan dengan seluruh kegiatan utama instansi pemerintah;
- Mengandung unsur kriteria pengukuran;
- Didukung sumber daya instansi pemerintah yang cukup; dan
- Melibatkan seluruh tingkat pejabat dalam proses penetapannya.

C. Pedoman Umum Pelaksanaan Penilaian Risiko

Pada tahun 2012, Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan (BPKP) mengeluarkan sebuah pedoman pelaksanaan penilaian risiko di lingkungan instansi pemerintah dalam sebuah Peraturan Kepala Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan (BPKP) Nomor: PER-688/K/D4/2012. Pedoman tersebut dibuat dengan maksud untuk memberikan acuan atau panduan dalam mempercepat pembangunan, pengembangan, dan penyelenggaraan SPIP



di lingkungan instansi pemerintah melalui identifikasi dan analisis risiko yang diamanatkan Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008 sehingga diperoleh daftar, status, dan peta risikonya. Pedoman ini diharapkan dapat memberikan acuan yang aplikatif dan integratif bagi instansi pemerintah dalam melaksanakan penilaian risiko, memberikan informasi tentang pengendalian risiko suatu kegiatan serta memberikan acuan dalam rangka mengomunikasikan dan memantau suatu kegiatan di lingkungan instansi pemerintah. Lingkup pedoman menjelaskan penilaian risiko pada setiap tingkat kegiatan instansi pemerintah, yaitu tingkat strategis, organisasi, dan operasional (BPKP, 2012). Tingkat strategis meliputi penilaian risiko pada aspek strategis yang menjadi tanggung jawab menteri, kepala lembaga, gubernur atau bupati/walikota. Tingkat organisasi meliputi penilaian risiko organisasi yang bersifat manajerial yang menjadi tanggung jawab eselon I, eselon II atau eselon mandiri lainnya (entitas pelaporan), sedangkan pada tingkat operasional, penilaian risiko terfokus di tingkat kegiatan operasional (BPKP, 2012).

BPKP (2012) menyebutkan bahwa penilaian risiko secara garis besar memiliki tiga tahap, yaitu prakondisi, penetapan kriteria, dan langkah kerja penilaiannya, dengan uraian sebagai berikut.

- 1) Prakondisi penilaian risiko adalah tahapan untuk menindaklanjuti desain penyelenggaraan SPIP, menetapkan konteks penilaian risiko sesuai dengan tujuannya, dan mendapatkan data awal kelemahan pengendalian intern.
- 2) Penetapan kriteria adalah tahapan untuk menetapkan konteks risiko, struktur analisis dan kriteria penilaian risiko serta pemahaman proses operasional (*business process*) atas kegiatan yang dinilai risikonya.
- 3) Langkah kerja penilaian risiko adalah tahapan yang terdiri atas identifikasi dan analisis risiko serta pelaporan hasil penilaian risiko yang didalamnya memuat daftar, status, dan peta risiko.



BPKP (2012) menyebutkan bahwa penilaian risiko bersifat integratif dengan penyelenggaraan SPIP dengan cakupan sebagai berikut.

- 1) Penggunaan hasil desain penyelenggaraan SPIP yang memberikan informasi tentang unit, kegiatan, dan program *quick win* penyelenggaraan SPIP.
- 2) Penggunaan hasil *diagnostic assessment* (DA), terutama yang berkaitan dengan kelemahan lingkungan pengendalian.
- 3) Hasil penilaian risiko berupa daftar, status, dan peta risiko akan menjadi dasar pengembangan kebijakan dan prosedur dalam kegiatan pengendalian. Pemanfaatan hasil penilaian risiko diperlukan untuk memastikan pengembangan kebijakan dan prosedur kegiatan pengendalian berintegrasi dengan tindakan manajemen dalam perencanaan strategis hingga pertanggungjawaban berdasarkan skala prioritas dan risiko.

1. Prakondisi Penilaian Risiko

Seperti penjelasan sebelumnya mengenai tahapan umum penilaian risiko yang mengacu pada Peraturan Kepala Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan (Perka BPKP) Nomor: PER-688/K/D4/2012, tahapan pertama adalah prakondisi penilaian risiko yang dilakukan agar penilaian risiko berjalan efektif dan efisien. Prakondisi diawali dengan membuat desain penyelenggaraan SPIP dan menganalisis kelemahannya, kemudian dilanjutkan dengan menentukan tujuan instansi pemerintah pada setiap tingkat kegiatan yang akan menjadi acuan atau kriteria penilaian risiko. Tujuan ditetapkan dengan mengacu pada rencana strategis (renstra) dan rencana kerja tahunan (RKT) yang dioperasikan pada satuan kerja pemerintah, baik pusat maupun daerah. Hal ini menjadikan dasar tujuan kegiatan dibagi ke dalam tiga konteks, yaitu strategis (kementerian atau lembaga), organisasi (eselon I dan II), dan operasional (kegiatan).



Realisasi penilaian risiko dilaksanakan pada setiap kegiatan yang termasuk dalam desain penyelenggaraan SPIP yang menjadi sebuah persyaratan mutlak agar penilaian risiko dapat dilakukan. Desain ini juga digunakan sebagai perangkat pengendali unit organisasi yang menyelenggarakan SPIP. Desain penyelenggaraan SPIP harus mencakup tujuan sesuai dengan konteks risiko dan deskripsi satuan kerja yang wajib menyelenggarakan SPIP, kegiatan utama organisasi serta *quick win* penyelenggaraan SPIP.

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, tujuan yang dimaksud dalam desain SPIP sebagai prasyarat penilaian risiko ini adalah tujuan instansi pemerintah pada konteks strategis, organisasi, dan operasional yang akan menjadi acuan dan dasar penyamaan persepsi mengenai pelaksanaan penilaian risiko. Tujuan dari konteks strategis ditetapkan dalam renstra kementerian, lembaga, dan pemda, sedangkan untuk konteks organisasi tujuannya diturunkan menjadi pengamanan aset, kepatuhan pada peraturan perundang-undangan, keandalan laporan keuangan, dan efisiensi serta efektivitas operasi. Pada setiap tingkatan kegiatan, tujuan yang terdapat pada desain SPIP memiliki karakteristik yang spesifik, terukur, dapat dicapai, realistis, dan terikat waktu serta selaras dengan visi, misi, dan indikator kinerja (BPKP, 2012).

Perka BPKP (2012) menjelaskan lebih lanjut mengenai kelemahan desain penyelenggaraan SPIP yang dapat dianalisis sejak awal pada tahap prakondisi penilaian risiko, namun hal tersebut tidak menjadi keharusan. Langkah ini dilakukan sebagai masukan untuk daftar risiko pada proses identifikasi risiko dan untuk mengetahui dampak serta kemungkinan risiko (probabilitas). Kelebihan dari pelaksanaan analisis awal, yaitu perbaikan tidak hanya ter-tuju pada infrastruktur dan unsur SPIP, namun dapat memberikan rujukan satuan kerja mana yang akan diperbaiki.

2. Penetapan Kriteria Penilaian Risiko

Penetapan kriteria risiko merupakan tahap lanjutan prakondisi penilaian risiko. Masukan yang diperoleh dari tahap sebelumnya, yaitu penetapan tujuan dan hasil analisis kelemahan desain penyelenggaraan SPIP menjadi dasar penetapan kriteria risiko. Penetapan kriteria terdiri atas dua tahapan, yaitu penetapan konteks risiko dan penetapan struktur analisis serta kriteria penilaian risiko (BPKP, 2012).

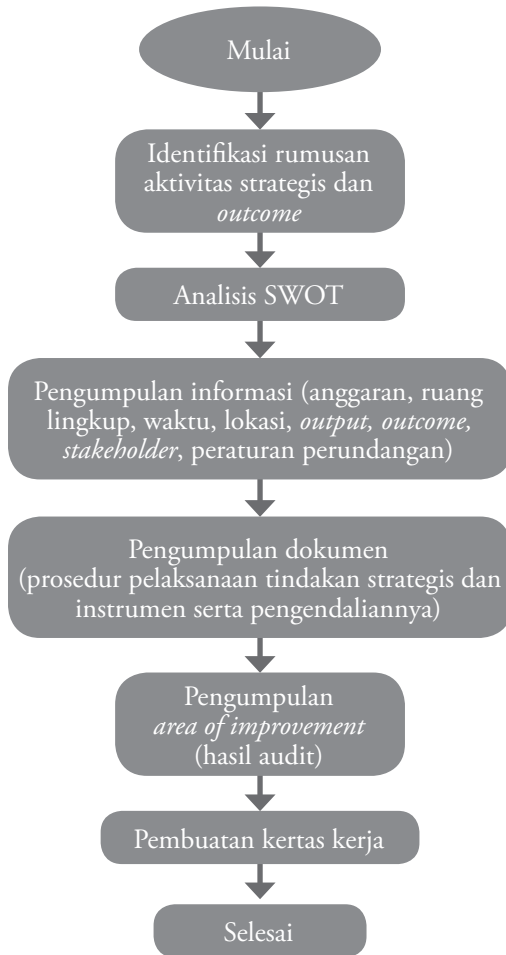
a. Penetapan Konteks Risiko

BPKP (2012) menyebutkan penetapan konteks risiko berdasarkan tujuan terdiri atas tiga konteks, yaitu strategis, organisasi, dan operasional.

1) Penetapan Konteks Strategis

Penetapan konteks risiko dalam penilaian risiko ditujukan untuk memberikan batasan atau ruang lingkup analisis, kriteria, dan struktur penilaian risiko. Selain mempermudah proses komunikasi dalam instansi pemerintahan, penetapan ini juga menjelaskan posisi atau peran instansi pemerintah di lingkungannya. Hal tersebut dinyatakan dalam visi dan misi serta tujuan dan sasaran yang dimiliki instansi (BPKP, 2012).

Penetapan tujuan pada konteks organisasi harus spesifik, terukur, dapat dicapai, realistis, dan terikat waktu. Keluaran dari penetapan ini, yaitu aktivitas strategis dan hasilnya, faktor kritis dalam lingkungan, pemangku kepentingan internal dan eksternal serta kriteria evaluasi risiko (BPKP, 2012). Tahapan penetapan tujuan strategis dapat dilihat pada Gambar 1.1.



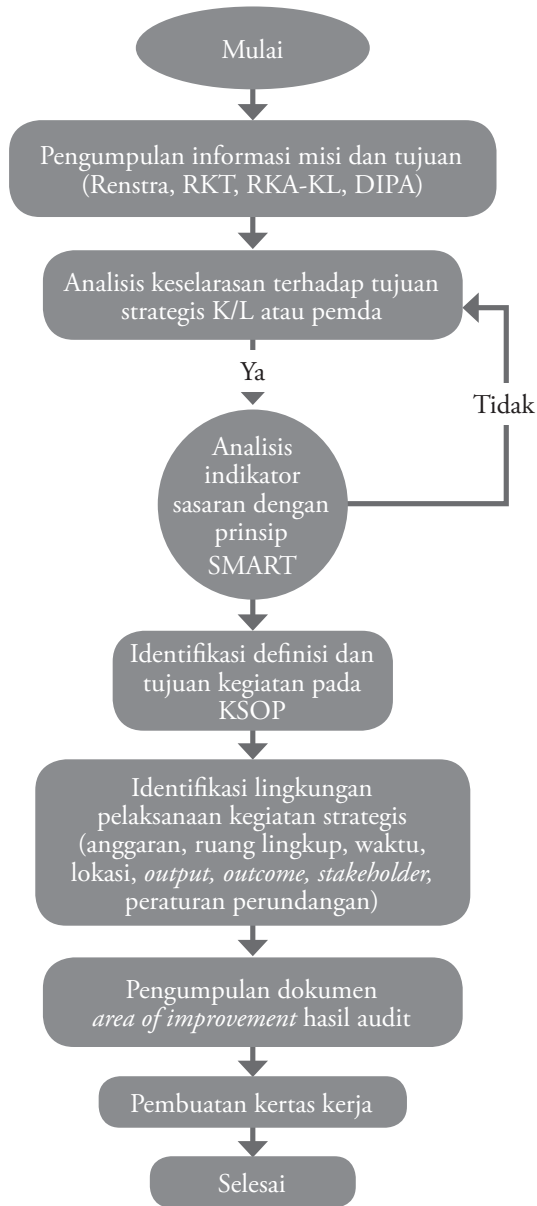
Gambar 1.1 Diagram Alir Penetapan Tujuan Konteks Strategis

2) Penetapan Konteks Organisasi

Penetapan konteks organisasional pada unit organisasi tingkat menengah kementerian/lembaga dan pemerintah daerah (pemda) dilakukan dalam rangka mencapai tujuan pada tingkat K/L dan pemda (BPKP, 2012). Penetapan tujuan kon-

teks organisasi dilakukan oleh organisasi tingkat menengah yang berada di bawah K/L dan pemda (eselon I dan II). Pada konteks penilaian risiko, hal ini dilakukan untuk untuk memastikan ruang lingkup proses penilaian risiko yang akan dilakukan oleh eselon I dan II pada K/L dan pemda terkait dengan tugas dan aktivitas manajerial. Organisasi setingkat eselon I dan II harus memetakan dengan baik tugas dan tanggung jawab untuk mempermudah proses penilaian risikonya (BPKP, 2012).

Pada prinsipnya, penetapan tujuan pada konteks organisasi harus selaras dan mengacu pada renstra, visi, misi serta tujuan organisasi setingkat K/L atau pemda. Tujuan organisasi pada tingkat eselon I dan II harus bersifat spesifik, terukur, dapat dicapai, realistis, dan terikat waktu serta selaras dengan tujuan instansi (K/L atau pemda). Hasil yang diharapkan dari penetapan konteks organisasi adalah rumusan misi, tujuan, sasaran eselon I dan II, pemahaman tata laksana (*business process*) dalam rangka mencapai misi, tujuan, dan sasaran yang telah ditetapkan serta penetapan struktur analisis dan kriteria evaluasi risiko terhadap tujuan unit organisasi eselon I dan II (BPKP, 2012). Tahapan penetapan tujuan organisasi dapat dilihat pada Gambar 1.2.



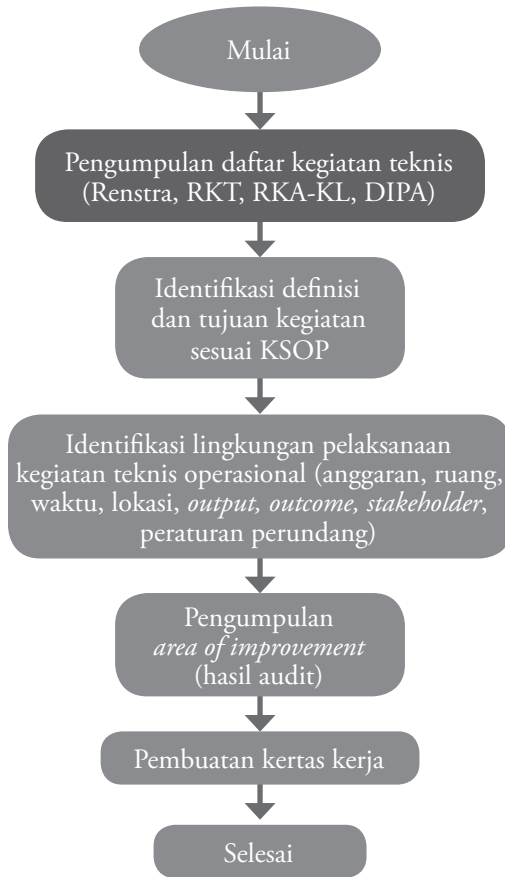
Gambar 1.2 Diagram Alir Penetapan Tujuan Konteks Organisasi

3) Penetapan Konteks Operasional

Penetapan tujuan konteks operasional dilakukan pada unit organisasi yang berada di bawah organisasi setingkat eselon I dan II, yaitu eselon III dan IV atau unit lebih kecil lainnya yang umumnya berada pada tataran teknis operasional. Tujuan operasional dibuat untuk menjalankan tugas dan fungsi yang telah ditetapkan oleh organisasi di atasnya. Kegiatan pada tingkatan ini dapat berupa kegiatan substansif sesuai dengan karakteristik unit organisasi maupun kegiatan pendukung lain yang bersifat administratif atau generik.

Penetapan tujuan operasional dalam penilaian risiko membantu organisasi menentukan batasan atau menjamin lingkup penilaian risiko yang akan dilakukan. Selain itu, poin-poin seperti kriteria pengukuran, identifikasi sumber daya, penanggung jawab dan pemangku kepentingan terkandung dalam tujuan tingkat kegiatan. Keluaran yang diharapkan dari penetapan tujuan konteks operasional adalah rumusan sasaran dan tujuan, pemahaman bisnis proses, penetapan struktur analisis serta kriteria evaluasi risiko operasional kegiatan (BPKP, 2012). Tahapan penetapan tujuan operasional dapat dilihat pada Gambar 1.3.





Gambar 1.3 Diagram Alir Penetapan Tujuan Konteks Operasional

b. Penetapan Struktur Analisis dan Kriteria Penilaian Risiko

Penetapan struktur analisis risiko dan kriteria evaluasi risiko bertujuan untuk memberikan pedoman bagi tim penilai risiko maupun pemilik kegiatan atau proses dan diharapkan dapat memberikan persepsi yang sama mengenai penilaian risiko dari kedua belah pihak (BPKP, 2012). Ada beberapa hal yang penting diperhatikan dalam penilaian risiko, yaitu.

- 1) Kriteria pengukuran keberhasilan (*successful measures*) pencapaian tujuan organisasi sebagai landasan pengukuran dampak dan kemungkinan terjadinya risiko harus digambarkan dalam kriteria evaluasi risiko.
- 2) Aspek operasional, teknis, keuangan, hukum, regulasi, ketaatan pada etika, sosial, lingkungan, kemanusiaan, citra, reputasi, pelayanan publik, atau kriteria lainnya menjadi dasar perumusan penilaian risiko.
- 3) Tujuan, sasaran, kebijakan internal instansi, dan kepentingan pemangku kepentingan.
- 4) Persepsi dari pemangku kepentingan serta ketentuan yang berlaku pada instansi.

Aspek-aspek tersebut yang mendasari perumusan skala dampak, skala kemungkinan, dan definisi kategori risiko pada penilaian risiko. Penjelasan detail mengenai struktur dan kriteria penilaian risiko sebagai berikut.

1) Penetapan Struktur Analisis Risiko

Aspek penting dalam struktur penilaian risiko adalah pemahaman mengenai sumber, dampak, dan pihak terkena dampak atas kegiatan yang dinilai risikonya. Sumber risiko dapat diperoleh dengan melakukan identifikasi terhadap sumber daya (*input*) yang digunakan dalam melakukan kegiatan. Sumber daya ini meliputi 5M (*man, money, machine, method, material*) atau pada konteks operasional biasa disebut sumber daya manusia, anggaran, sarana dan prasarana, pengguna, dan pemangku kepentingan. Dampak risiko merupakan efek yang akan ditimbulkan jika risiko tersebut terjadi. Identifikasi dampak bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh atau efek yang ditimbulkan jika peristiwa yang menghambat pencapaian tujuan tersebut terjadi dan pihak mana yang terkena dampak tersebut. Identifikasi dampak juga melihat lebih jauh pengaruhnya terhadap tugas dan fungsi yang harus dijalankan oleh pihak yang terkena dampak.



Penetapan struktur analisis risiko bertujuan untuk memudahkan implementasi SPIP secara keseluruhan. Analisis risiko pada konteks strategi, organisasi, dan operasional harus menerapkan struktur analisis risiko untuk setiap tindakan dan kegiatannya agar proses penilaian risiko disetiap konteks menjadi efektif. Penerapan struktur analisis risiko pada setiap konteks akan membantu mengarahkan penilai risiko mengidentifikasi sumber, dampak, dan pihak yang terkena dampak risiko.

2) Kriteria Penilaian Risiko

Kriteria penilaian risiko didefinisikan sebagai "keputusan mengenai tingkat risiko yang dapat diterima dan/atau mengenai tingkat risiko yang dapat ditoleransi dan yang mana harus segera ditangani harus ditetapkan pada awal kegiatan penilaian risiko" (BPKP, 2012, 16). Kriteria risiko terdiri atas dampak, kemungkinan (probabilitas), dan gabungan dampak-probabilitas.

a) Dampak Risiko

Kriteria penilaian terhadap tingkat konsekuensi atau dampak risiko dapat dipilih (skala tiga atau skala lima) dan dideskripsikan untuk menjamin konsistensi dalam analisis risiko (BPKP, 2012). Tabel 1.1 dan 1.2 menjelaskan mengenai skala penilaian dampak risiko.

Tabel 1.1 Skala Dampak Risiko dengan Skala Tiga

No.	Dampak	Deskripsi
1	Rendah	<ul style="list-style-type: none"> • Pengaruh terhadap strategi dan aktivitas operasi rendah. • Pengaruhnya terhadap kepentingan para pemangku kepentingan rendah.
2	Sedang	<ul style="list-style-type: none"> • Pengaruh terhadap strategi dan aktivitas operasi sedang. • Pengaruhnya terhadap kepentingan para pemangku kepentingan sedang.
3	Tinggi	<ul style="list-style-type: none"> • Pengaruh terhadap strategi dan aktivitas operasi tinggi. • Pengaruhnya terhadap kepentingan para pemangku kepentingan tinggi.

Sumber: BPKP (2012)

Tabel 1.2 Skala Dampak Risiko dengan Skala Lima

No.	Dampak	Deskripsi
1	Tidak Signifikan	Pada prinsipnya, defisiensi atau tidak adanya pelayanan rendah, tanpa ada komentar
2	Kurang Signifikan	Pelayanan dianggap memuaskan oleh masyarakat umum, tetapi pegawai instansi mewaspadai adanya defisiensi
3	Sedang	Pelayanan dianggap kurang memuaskan oleh masyarakat umum dan pegawai organisasi
4	Signifikan	Masyarakat umum menganggap pelayanan organisasi tidak memuaskan
5	Sangat Signifikan	Pelayanan turun sangat jauh di bawah standar yang diterima

Sumber: BPKP (2012)

b) Kemungkinan Risiko

Kriteria kemungkinan risiko adalah peluang kemungkinan suatu risiko akan terjadi pada proses atau kegiatan yang dilakukan. Kriteria penilaian kemungkinan risiko ini dapat dideskripsikan pada skala penilaian tiga atau lima. Tabel 1.3 dan 1.4 merupakan penjelasan mengenai skala penilaian kemungkinan risiko, baik skala tiga maupun lima.

Tabel 1.3 Kemungkinan Risiko Skala Tiga

No.	Kemungkinan	Deskripsi
1	Rendah	Tidak pernah (jarang terjadi)
2	Sedang	Kemungkinan terjadi sedang
3	Tinggi	Kemungkinan terjadi tinggi/hampir pasti terjadi

Sumber: BPKP (2012)



Tabel 1.4 Kemungkinan Risiko Skala Lima

No.	Dampak	Deskripsi	
1	Sangat Jarang	Kemungkinan terjadi > 25 tahun ke depan	<ul style="list-style-type: none"> • Diabaikan • Probabilitas sangat kecil, mendekati nol
2	Jarang	Mungkin terjadi sekali dalam 25 tahun	<ul style="list-style-type: none"> • Kecil kemungkinan, tetapi tidak diabaikan • Probabilitas rendah, tetapi lebih besar dari pada nol
3	Kadang-kadang	Mungkin terjadi sekali dalam 10 tahun	<ul style="list-style-type: none"> • Kemungkinan kurang dari pada 50%, tetapi masih cukup besar • Probabilitas kurang dari pada 50%, tetapi masih cukup tinggi
4	Sering	Mungkin terjadi kira-kira sekali dalam setahun	<ul style="list-style-type: none"> • Mungkin tidak terjadi atau peluang 50/50
5	Sangat Sering	Dapat terjadi beberapa kali dalam setahun	<ul style="list-style-type: none"> • Kemungkinan terjadi > 50%

Sumber: BPKP (2012)

c) Matriks Risiko

Peta risiko disusun dengan mengacu pada matriks atau skala risiko. Matriks risiko berfungsi sebagai sarana untuk membuat kesepakatan atas area risiko yang dapat diterima (*acceptable*) atau area tidak dapat diterima (*un-acceptable*). Matriks risiko dapat dibuat dalam kombinasi matriks 3 x 3 atau 5 x 5. Tabel 1.5 dan 1.6 merupakan matriks risiko yang digunakan untuk menentukan peta risiko.

Tabel 1.5 Peta Risiko Matriks 3x3

No.	Kemungkinan	Konsekuensi/Dampak		
		Rendah	Sedang	Tinggi
1	Sering	Kuning	Merah	Merah
2	Kadang-kadang	Hijau	Kuning	Merah
3	Jarang	Hijau	Hijau	Kuning

Sumber: BPKP (2012)



Preferensi risiko setiap instansi pemerintah menjadi acuan penetapan bidang prioritas. Bidang prioritas dapat didefinisikan sesuai dengan preferensi setiap instansi, misalnya **bidang merah** merupakan area dengan nilai risiko yang sangat membutuhkan penanganan prioritas (risiko tidak dapat diterima), **bidang kuning** menjadi prioritas berikutnya (risiko tidak dapat diterima), sedangkan **bidang hijau** berarti dapat ditoleransi (risiko dapat diterima). Contoh lain untuk menentukan prioritas penanganan risiko dapat juga dibuat seperti pada Tabel 1.6.

Tabel 1.6 Peta Risiko Matriks 5x5

No.	Kemungkinan	Konsekuensi/Dampak				
		Tidak Signifikan	Kurang Signifikan	Sedang	Sig-nifikan	Katastropik /Sangat Sig-nifikan
1	Sangat Sering	Sedang	Tinggi	Sangat tinggi	Sangat tinggi	Sangat tinggi
2	Sering	Sedang	Sedang	Tinggi	Tinggi	Sangat tinggi
3	Kadang-kadang	Rendah	Sedang	Tinggi	Tinggi	Sangat tinggi
4	Jarang	Rendah	Rendah	Sedang	Sedang	Tinggi
5	Sangat Jarang	Rendah	Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi

Sumber: BPKP (2012)

D. Permasalahan Penilaian Risiko Instansi Pemerintah

Penilaian risiko menurut Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008 Pasal 13 terdiri atas dua hal, yaitu identifikasi risiko dan analisis risiko. Pasal 16 secara eksplisit menyebutkan “Identifikasi risiko sebagaimana dimaksud dalam Pasal 13 ayat (2) huruf a sekurang-kurangnya dilaksanakan dengan: (a) menggunakan metodologi yang sesuai untuk tujuan Instansi Pemerintah dan tujuan pada tingkatan kegiatan secara komprehensif; (b) menggunakan mekanisme yang memadai untuk mengenali risiko dari faktor eks-



ternal dan faktor internal; dan (c) menilai faktor lain yang dapat meningkatkan risiko”.

Pasal 11 huruf a serta lampiran PP No. 60 Tahun 2008 huruf g nomor 2 menyebutkan bahwa instansi pemerintah harus memiliki mekanisme peringatan dini dan peningkatan efektivitas manajemen risiko. Pasal 16 huruf a menyebutkan bahwa metodologi penilaian risiko yang sesuai dengan tujuan instansi pemerintah dapat berupa metode kualitatif atau pun kuantitatif yang memiliki kemampuan untuk memeringkatkan risiko. Pasal 17 ayat (1) menjelaskan bahwa analisis risiko dilakukan untuk mengetahui dampak yang memengaruhi pencapaian tujuan instansi pemerintah. Lebih lanjut, penilaian risiko ini juga harus terkait atau terintegrasi dengan kegiatan pengendalian. Hal ini dijelaskan dalam Pasal 18 ayat (2) huruf b. Pada penjelasan Pasal 7 huruf a disebutkan bahwa instansi pemerintah tidak hanya harus menilai risiko, namun harus meminimalkan risiko yang ada. Jika memandang pada poin-poin di atas serta definisi penilaian risiko pada Subbab B maka untuk melakukan penilaian terdapat beberapa persyaratan harus dipenuhi, yaitu sebagai berikut.

- 1) Unsur penilaian risiko terdiri atas identifikasi risiko dan analisis risiko;
- 2) Identifikasi risiko harus mempertimbangkan faktor internal dan eksternal;
- 3) Metode penilaian risiko dapat dilakukan dengan metode kualitatif atau kuantitatif sesuai dengan tujuan instansi pemerintah;
- 4) Metode penilaian risiko memiliki kemampuan memeringkatkan risiko;
- 5) Metode penilaian risiko harus dapat menggambarkan dampak risiko yang akan diterima, kemungkinan terjadinya risiko serta deteksi dini risiko; dan



- 6) Metode penilaian risiko harus terintegrasi dengan pengendalian risiko serta metode pencegahan dan penanggulangan terhadap risiko agar risiko dapat diminimalkan.

Pada tahun 2012, pemerintah, dalam hal ini BPKP, mengeluarkan sebuah pedoman pelaksanaan penilaian risiko dengan mengeluarkan Perka BPKP Nomor PER-688/K/D4/2012. Perka ini menjelaskan secara detail tahapan penilaian risiko yang merupakan penjabaran dari PP No. 60 Tahun 2008 yang dapat dilihat pada Subbab B. Secara umum, pedoman ini dapat menjawab kebutuhan penilaian risiko di instansi pemerintah, namun jika dikaji kembali terhadap persyaratan yang tercantum pada PP No. 60 Tahun 2008, pedoman ini tidak menjelaskan mengenai metode deteksi untuk mengetahui risiko. Metode deteksi risiko ini dibutuhkan untuk mengetahui seberapa mudah atau sulit risiko dapat diketahui sehingga kita dapat mengendalikan dan meminimalkan risiko dengan cepat. Pada Perka BPKP Nomor PER-688/K/D4/2012, nilai risiko hanya diperoleh dari perhitungan nilai dampak ataupun kemungkinan risiko tanpa mempertimbangkan metode deteksi risiko yang seharusnya menjadi masukan dalam menentukan nilai risiko. Hal ini tidak sesuai dengan persyaratan pada Pasal 7 yang menjelaskan bahwa instansi pemerintah tidak hanya berkewajiban melakukan penilaian risiko, namun juga berusaha meminimalkan risiko tersebut.

Jika meninjau lebih dalam dengan perkalian kriteria dampak dan kemungkinan, metode perhitungan nilai risiko pada pedoman BPKP Tahun 2012 dipandang memiliki kelemahan. Kurangnya pertimbangan bobot terhadap kriteria risiko dapat menjadi masalah pada saat penentuan pemeringkatan risiko yang disebabkan karena ketidaktepatan penentuan fungsi perhitungan nilai risiko. Misalnya, jika pernyataan risiko 1 diperoleh nilai dampak 3 dan nilai kemungkinan 2, akan diperoleh nilai risiko 6. Nilai tersebut juga dapat diperoleh dari pernyataan risiko 2 yang nilai dampaknya 2 dan nilai kemungkinan 3. Hal ini akan menjadi masalah pada



penentuan pemeringkatan risiko mengenai prioritas, pernyataan risiko 1 atau pernyataan risiko 2. Kondisi ini dapat menimbulkan kesalahan penentuan peringkat risiko yang berdampak pada kesalahan penentuan prioritas penanganan risiko.

Penyelesaian permasalahan di atas perlu diketahui agar pelaksanaan penilaian risiko pada instansi pemerintah dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Berdasarkan analisis terhadap hasil penelitian yang berkembang pada konteks penilaian risiko, penulis menyampaikan sebuah solusi terhadap kebutuhan tersebut, yaitu penilaian risiko dengan menggunakan metode kualitatif *fuzzy-failure mode and effect analysis (fuzzy-FMEA)*. *Fuzzy-FMEA* dinilai dapat memenuhi persyaratan penilaian dan pengendalian risiko yang dipersyaratkan PP No. 60 Tahun 2008 dengan beberapa poin berikut ini.

- 1) Merupakan metode penilaian risiko kualitatif yang memiliki unsur pemeringkatan dalam bentuk nilai *fuzzy-risk priority number (F-RPN)*.
- 2) Memiliki kemampuan melakukan identifikasi risiko yang ber-sumber dari faktor internal dan eksternal.
- 3) Memiliki kriteria metode deteksi risiko untuk mempermudah proses pengendalian dan penurunan tingkat risiko.
- 4) Mempertimbangkan bobot kriteria risiko sehingga dapat diketahui faktor yang dapat meningkatkan risiko.
- 5) Dapat diterapkan di setiap tingkatan organisasi, baik untuk kegiatan atau proses maupun keluaran kegiatan.
- 6) Memiliki kemampuan menganalisis dampak keparahan risiko (*severity*), probabilitas munculnya risiko (*occurrence*), dan metode deteksi risiko (*detection*).
- 7) Mudah memformulasikan tingkat keberterimaan risiko organisasi, yaitu berdasarkan nilai F-RPN yang memiliki rentang pasti antara 1 sampai 1000.

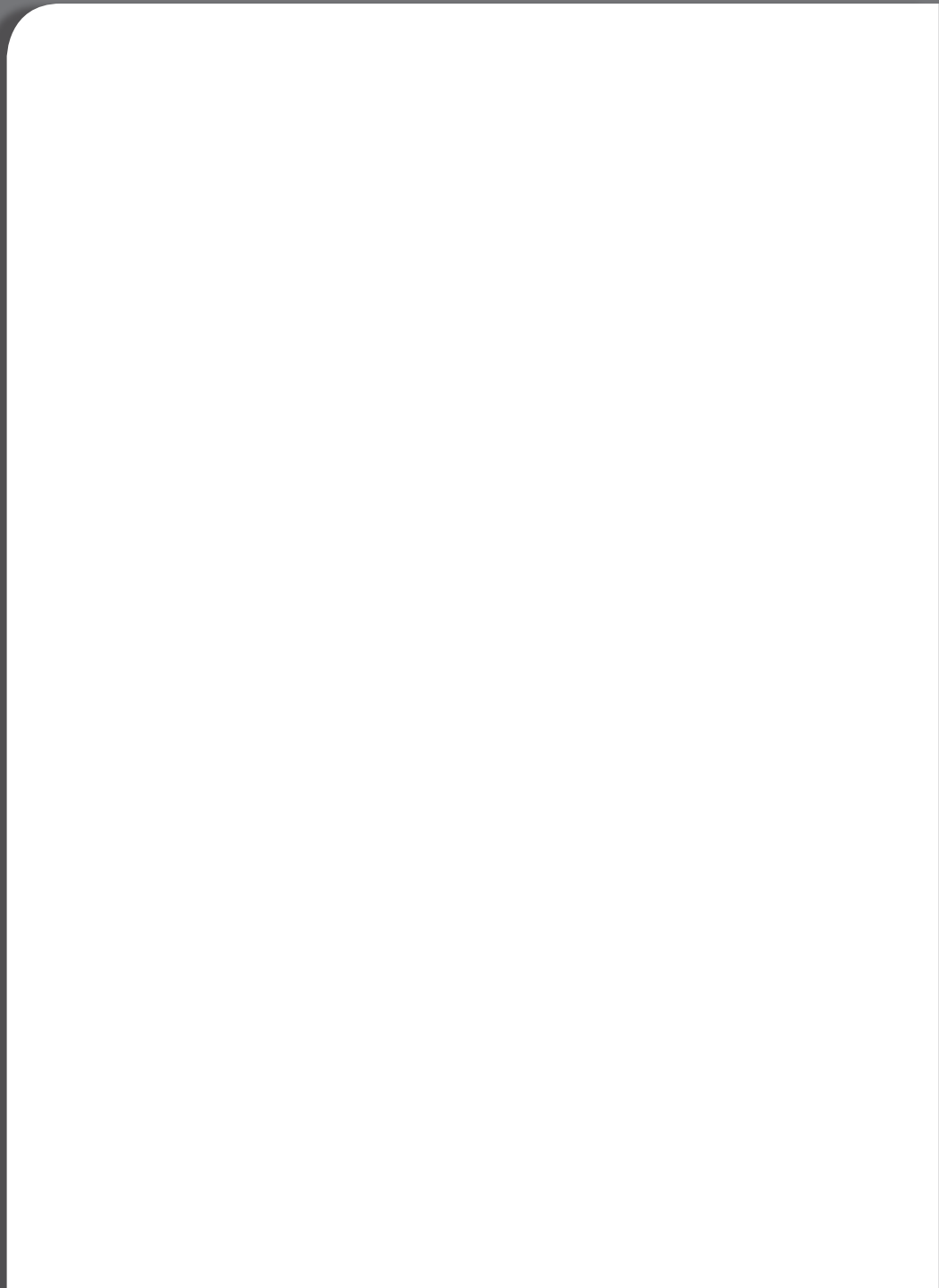


Penjelasan lebih lanjut mengenai penilaian risiko dengan metode *fuzzy*-FMEA pada Bab 2 Subbab F dan analisis kesesuaiannya terhadap PP No. 60 Tahun 2008 dijelaskan pada Subbab G. Peran penting penilaian risiko seperti yang sudah dijelaskan pada Subbab A di atas adalah berikut ini.

- 1) Bentuk tanggung jawab dalam rangka mewujudkan tata kelola pemerintahan yang baik;
- 2) Pemenuhan terhadap PP No. 60 Tahun 2008;
- 3) Mengetahui dampak risiko yang dapat menghambat pencapaian tujuan instansi pemerintah;
- 4) Mewujudkan efisiensi dan efektivitas layanan pemerintah terhadap masyarakat;
- 5) Mendorong peningkatan kualitas pelayanan; dan
- 6) Dasar bagi instansi pemerintah dalam menyusun rencana strategis dan membantu menghindari pemborosan APBN/APBD.

Beberapa poin di atas menunjukkan pentingnya mengetahui apa yang dimaksud dengan penilaian risiko dan pengetahuan yang terkait dengan risiko. Penjelasan tersebut akan dijelaskan penulis pada Bab 2 mengenai pengenalan konsep dasar risiko dan penilaian risiko.







BAB 2

Mengenal Konsep Dasar Risiko dan Penilaian Risiko

■ TUJUAN:

Setelah membaca bab ini, para pembaca diharapkan dapat:

1. Mengetahui konsep risiko secara umum.
2. Mengetahui manajemen risiko.
3. Mengetahui konsep *failure mode and effect analysis* (FMEA) tradisional dan kelemahannya.
4. Mengetahui konsep *fuzzy*.
5. Mengetahui konsep *fuzzy-failure mode and effect analysis* (*fuzzy-FMEA*).
6. Mengetahui *fuzzy-failure mode and effect analysis* (*fuzzy-FMEA*) sebagai solusi alternatif penilaian risiko.
7. Mengetahui perbandingan konsep penilaian risiko pada PP No. 60 Tahun 2008 dengan *fuzzy-failure mode and effect analysis* (*fuzzy-FMEA*).
8. Mengetahui kontekstualisasi *fuzzy-failure mode and effect analysis* (*fuzzy-FMEA*)

Jika Bab 1 telah dijelaskan mengenai urgensi penilaian risiko pada instansi pemerintah maka Bab 2 ini akan membahas konsep dasar risiko dan penilaian risiko serta metode yang ditawarkan untuk penilaian risiko yang memiliki kesesuaian dengan persyaratan penilaian risiko pada Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008.

A. Konsep Risiko

1. Definisi Risiko

Menurut Vaughan dan Vaughan (2008, 2), risiko dapat memiliki lima definisi, yaitu “*the chance of loss, the possibility of loss, uncertainty, the dispersion of actual from expected results, [and] the probability of any outcome different from the one expected*”. Muehlen dan Ho (2006, 457) mendefinisikan risiko sebagai “probabilitas terjadinya kerugian atau keuntungan dikalikan besarnya dampak risiko tersebut”, sedangkan menurut SNI ISO 31000:2011: Manajemen Risiko-Prinsip dan Panduan, risiko adalah “*effect of uncertainty on objectives*” (BSN, 2011, 1). Efek diartikan sebagai deviasi antara harapan negatif/positif, sedangkan objektif diartikan sebagai tujuan pada berbagai tingkatan (strategis, proyek, proses atau produk) dalam berbagai aspek, misalnya keuangan, kesehatan, dan lingkungan dalam berbagai tingkatan. Badan Standardisasi Nasional (BSN) (2011, 1) lebih lanjut menyatakan risiko sebagai “kombinasi konsekuensi dari suatu peristiwa (termasuk perubahan dalam keadaan) dan kemungkinan terkait kejadian”. Risiko mengarah pada dua hal, yaitu keluaran sesuai harapan dan keluaran tidak sesuai dengan harapan, juga dikenal dengan istilah *upside* dan *downside risk* (Raftery, 1994).

Risiko oleh Kerzner (2003) dibagi menjadi dua komponen, yaitu peluang terjadinya kejadian (*likelihood*) dan dampak kejadian (*impact*), sedangkan Aven (2008) membaginya menjadi lima komponen, yaitu kejadian atau peristiwa di masa depan (A), konsekuensi (C), kemungkinan atau probabilitas (P), ketidakpastian (U), dan latar belakang pengetahuan (K). Hal tersebut didukung oleh

penjelasan dalam ISO Guide 73:2009 yang menyebutkan bahwa risiko dibedakan atas *potential events*, konsekuensi, dan kecenderungan (IOS, 2009). Komponen risiko ini penting diperhatikan dalam analisis risiko (Aven, 2008). Hubungan risiko terhadap komponen risiko berdasarkan pemaparan di atas dapat ditulis dengan persamaan berikut ini:

$$\boxed{Risk = f(A, C, P, U, K)} \dots\dots\dots(2.1)$$

2. Jenis-Jenis Risiko

Menurut Flanagan (1996), risiko secara umum dibagi ke dalam dua kategori. Kategori pertama adalah risiko murni (statis) dan spekulatif (dinamis). Risiko murni dapat diartikan sebagai suatu ketidakpastian yang dikaitkan dengan kemungkinan adanya kerugian, sedangkan Flanagan dan Norman (1993) mendefinisikan risiko spekulatif sebagai risiko yang diprediksi menimbulkan dua kemungkinan, yaitu keuntungan atau kerugian. Risiko murni muncul walaupun tidak ada perubahan ekonomi, sedangkan risiko spekulatif biasanya timbul disebabkan karena adanya perubahan ekonomi (Vaughan & Vaughan, 2008). Kategori kedua adalah risiko fundamental dan risiko khusus. Risiko fundamental merupakan risiko yang bersifat dasar atau umum yang disebabkan oleh fenomena ekonomi, sosial, politik ataupun alam (bencana) dan memungkinkan sebagian besar anggota masyarakat dapat mengalaminya, sedangkan risiko khusus adalah risiko yang menimpa perorangan secara pribadi dan umumnya dapat dikendalikan serta diasuransikan.

Kategorisasi risiko juga dilakukan oleh beberapa ahli lainnya, diantaranya adalah Kerzner. Kerzner (2003) mengategorikan risiko menjadi empat berdasarkan sumbernya, yaitu risiko eksternal, risiko internal, risiko teknis, dan risiko legal. Fisk (1997) membagi risiko ke dalam lima kategori, yaitu risiko yang berhubungan dengan konstruksi, risiko fisik, risiko kontraktual dan legal, risiko

kinerja, risiko ekonomi serta risiko politik dan umum. Shen, Wu dan Ng (2001) membagi risiko menjadi risiko finansial, risiko legal, risiko manajemen, risiko pasar, risiko politik dan kebijakan serta risiko teknis. Sementara itu, Al-Bahar dan Crandal (1990) membagi risiko ke dalam enam kategori, yaitu risiko finansial dan ekonomi, risiko desain, risiko politik dan lingkungan, risiko yang berhubungan dengan konstruksi, risiko fisik, dan risiko bencana alam.

3. Analisis Risiko

a) Pengertian

Analisis risiko diartikan sebagai *“a body of knowledge (methodology) that evaluates and derives a probability of an adverse effect of an agent (chemical, physical, or other), industrial process, technology, or natural process* (Molak, 1997, 1). McCaffrey dan Hagg-Rickert (2009, 16) mendefinisikan analisis risiko sebagai *“the process of determining the potential severity of the loss associated with an identified risk and the probability that such a loss will occur”*. SNI ISO 31000:2011 mengartikan analisis risiko sebagai *“process to comprehend the nature of risk and to determine the level of risk”* (BSN, 2011, 5).

Tujuan analisis risiko adalah memberikan gambaran yang bersifat informatif mengenai risiko (Aven, 2008). Molak (1997) menjelaskan bahwa analisis risiko secara modern pada awalnya dikembangkan dan diterapkan pada pembangkit listrik tenaga nuklir dan bidang kesehatan yang dilakukan di Amerika Serikat, kemudian berkembang ke bidang lain, baik di negara maju maupun negara berkembang. Fokus penerapan analisis risiko di negara maju adalah pada industri, sedangkan di negara berkembang dalam bidang kesehatan dan penanganan penyakit. Aven (2008) menjelaskan bahwa analisis risiko dapat membantu pengambilan keputusan secara rasional dan mempertahankan kondisi yang diinginkan serta mencegah



atau menghilangkan kerugian. Proses identifikasi kejadian yang menginisiasi risiko, yaitu bahaya, ancaman, dan peluang merupakan tahapan penting dalam analisis risiko. Berikut ini adalah penjelasan Aven (2008) secara lebih rinci mengenai beberapa tujuan analisis risiko, yaitu

- 1) Membangun gambaran dari risiko yang ada;
- 2) Memiliki pilihan solusi untuk mengatasi risiko;
- 3) Mengidentifikasi faktor-faktor kritis yang terkandung dalam risiko, misalnya kondisi, aktivitas, sistem, dan komponennya;
- 4) Memperoleh deskripsi pengaruh berbagai ukuran risiko.

b) Metode Analisis Risiko

Metode analisis risiko merupakan cara sistematis yang bertujuan untuk menilai risiko yang dibagi menjadi tiga kategori, yaitu metode analisis risiko kualitatif, semi-kuantitatif, dan kuantitatif (Lu, Jain, & Zhang, 2012). Kompleksitas dan kebutuhan biaya analisis metode analisis risiko semakin tinggi dari kualitatif ke kuantitatif. Metode analisis risiko secara kualitatif biasanya digunakan untuk memberikan gambaran umum tentang level risiko, sedangkan analisis semi-kuantitatif dan kuantitatif digunakan untuk mengidentifikasi detail risiko.

Lu dkk. (2012) menyebutkan bahwa analisis kualitatif merupakan langkah awal penilaian risiko yang menjadi dasar analisis risiko dengan metode semikuantitatif dan kuantitatif. Analisis risiko secara kualitatif pada umumnya digunakan untuk menjelaskan besarnya potensi risiko dengan menggunakan bentuk kata atau skala deskriptif dan hasil analisis risikonya ditunjukkan dalam tingkatan, seperti risiko rendah, sedang, dan tinggi. Pemilihan analisis risiko dengan metode kualitatif dilakukan dengan beberapa syarat, yaitu metode kualitatif merupakan tahap awal analisis risiko, konteks analisis risiko yang



dilakukan tidak memerlukan analisis kuantitatif, dan tingkat risiko tidak memiliki batasan waktu serta data numerik.

Metode semikuantitatif merupakan metode analisis risiko yang biasa digunakan setelah analisis kualitatif. Metode ini menggunakan formulasi matematis untuk menggabungkan angka yang bersifat subjektif pada kecenderungan dan dampak sehingga dapat diketahui tingkat risiko untuk dibandingkan dengan kriteria yang telah ditetapkan. Kolluru (1996) menjelaskan metode semi-kuantitatif memiliki kemampuan mengidentifikasi dan memeringkatkan risiko yang berpotensi memiliki dampak yang parah, misalnya kerusakan peralatan, gangguan terhadap bisnis, cedera pada manusia, dan lainnya. Nilai yang merepresentasikan tingkatan dampak dan probabilitas risiko menjadikan skala risiko metode kualitatif menjadi skala semikuantitatif dengan memerhatikan objektivitas risiko sebagai aspek penting dalam metode ini. Ketepatan nilai risiko tergantung pada ketepatan formulasi matematis terhadap proses terjadinya sebuah risiko. Dickson (2001) menyebutkan formula matematika *Fine* merupakan salah satu pendekatan matematis dalam lingkup analisis risiko semikuantitatif yang terdiri atas dua komponen, yaitu tingkat kecenderungan terjadinya bahaya dan frekuensi kemunculannya. Hal ini menyimpulkan bahwa terdapat tiga kriteria untuk memperoleh nilai risiko semikuantitatif, yaitu kecenderungan, frekuensi, dan dampak atau konsekuensi risiko.

Arunraj dan Maiti (2007) menyebutkan metode analisis risiko secara kuantitatif merupakan metode analisis risiko yang frekuensi risiko dan konsekuensinya dihitung dalam bentuk numerik serta dapat dilakukan jika memenuhi unsur wajar dan praktis. Carter, Hirst, Maddison, & Porter (2003 dalam Arunraj & Maiti, 2007) mengungkapkan bahwa unsur wajar terkait dengan besarnya biaya yang dikeluarkan tidak lebih tinggi dibandingkan dengan solusi yang diperoleh dari

hasil analisis risiko, sedangkan unsur praktis terkait dengan ketersediaan informasi dan data untuk proses analisis risiko. Akurasi dan kelengkapan data sangat memengaruhi hasil analisis risiko dalam metode ini. Vose (2008) menyebutkan bahwa dampak risiko dapat dihitung dengan menggunakan metode peramalan berdasarkan dampak yang pernah terjadi dan dapat ditunjukkan dalam bentuk kerugian finansial, teknikal maupun efek kesehatan pada manusia, sedangkan frekuensi munculnya risiko dapat diperoleh dengan menggunakan ukuran kemungkinan dan frekuensi.

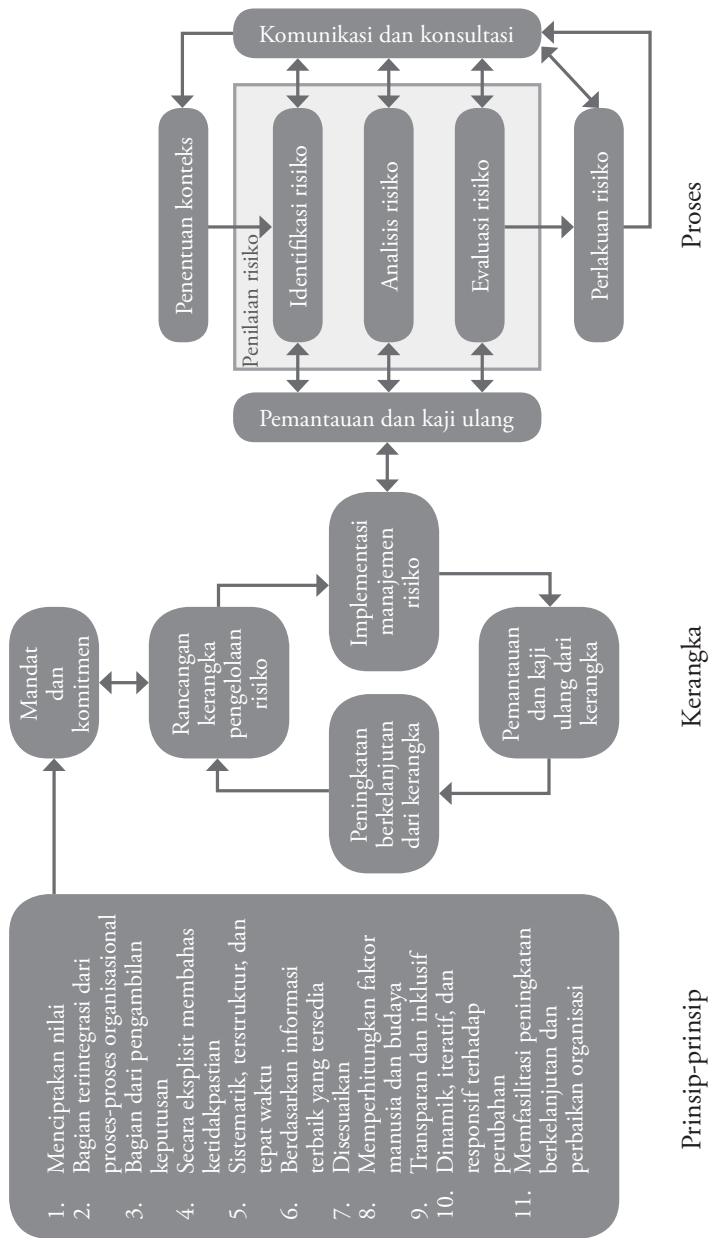
B. Manajemen Risiko

Penilaian risiko (identifikasi risiko dan analisis risiko) merupakan salah satu bagian dari rangkaian proses manajemen risiko. Manajemen risiko didefinisikan sebagai “*coordinated activities to direct and control an organization with regard to risk*” (BSN, 2011). Manajemen risiko dalam sebuah organisasi merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari manajemen proses yang ada dalam organisasi tersebut dan dapat diterapkan pada setiap tingkatan dalam organisasi, baik pada level strategis maupun operasional. Selain itu, manajemen risiko juga dapat diterapkan secara khusus pada proyek tertentu atau pada pengelolaan area kerja secara spesifik dalam rangka membantu proses pengambilan keputusan. Hal tersebut selaras dengan sebelas prinsip yang harus diterapkan agar manajemen risiko efektif. ISO 31000:2011 secara rinci menjelaskan prinsip manajemen risiko, yaitu menciptakan dan melindungi nilai; bagian terintegrasi dari proses dalam organisasi; bagian dari pengambilan keputusan; secara eksplisit membahas ketidakpastian; sistematis, terstruktur dan tepat waktu; sesuai atau selaras, berdasarkan pada informasi terbaik yang tersedia, mempertimbangkan faktor manusia dan budaya; transparan dan inklusif; dinamis, berulang, dan responsif terhadap perubahan; dan memfasilitasi pe-



ningkatan berkelanjutan organisasi. Prinsip-prinsip tersebut harus diterapkan pada setiap tingkat dalam organisasi.

Selain menerapkan prinsip-prinsip di atas, efektivitas manajemen risiko dapat dicapai dengan menerapkan kerangka dan proses manajemen (BSN, 2011). Kerangka manajemen risiko membantu organisasi memastikan informasi terkait risiko diturunkan dari proses manajemen risiko yang nantinya akan digunakan sebagai sumber pengambilan keputusan dan indikator akuntabilitas organisasi serta mengintegrasikan manajemen risiko terhadap keseluruhan sistem manajemen dalam organisasi. Definisi proses manajemen risiko menurut ISO Guide 73:2009 yang juga tercantum pada SNI ISO 31000:2011, yaitu “*systemic application of management policies, procedures, and practice to the activities of communicating, consulting, establishing the context, and identifying, analyzing, evaluating, treating, monitoring, and reviewing risk*” (BSN, 2011, 3), merupakan implementasi dari prinsip-prinsip dan kerangka kerja manajemen risiko. Hubungan antara prinsip, kerangka, dan proses manajemen risiko dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Sumber: BSN (2011)

Gambar 2.1 Hubungan antara Prinsip-Prinsip, Kerangka Kerja, dan Proses Manajemen Risiko

Secara umum, proses manajemen risiko terdiri atas tiga tahap yaitu penetapan konteks, penilaian risiko, dan penanganan risiko.

1) Penetapan Konteks

Penetapan konteks penting dilakukan untuk mengetahui kriteria risiko yang akan digunakan dan bagaimana sebuah organisasi akan mengelola risiko. Penetapan konteks terdiri atas empat hal, yaitu penetapan konteks internal, eksternal, proses manajemen risiko, dan penetapan kriteria risiko. *Pertama*, konteks internal adalah segala sesuatu yang berkaitan dengan lingkungan internal organisasi. ISO 31000:2011 menguraikan konteks internal, seperti tata kelola, struktur organisasi, kebijakan, strategi organisasi, sistem informasi, panduan atau model yang diadopsi organisasi, sumber daya, pemangku kepentingan internal (karyawan), dan lain-lain. *Kedua*, konteks eksternal adalah lingkungan di luar organisasi yang memengaruhi pencapaian tujuan organisasi, seperti kondisi sosial, politik, ekonomi, dan teknologi; lingkungan persaingan secara nasional maupun internasional; kecenderungan pasar; dan hubungan dengan stakeholder eksternal, nilai serta persepsinya.

Ketiga, konteks proses manajemen risiko adalah cakupan atau kedalaman penerapan proses manajemen risiko dalam sebuah organisasi, seperti penentuan tujuan dan sasaran manajemen risiko, penetapan penanggung jawab, lingkup manajemen risiko (aktivitas, proses, fungsi, proyek, produk, aset), metode dan cara evaluasi risiko serta sumber daya yang dibutuhkan dalam manajemen risiko. Keempat, kriteria risiko merupakan kriteria yang akan digunakan oleh organisasi untuk menilai atau mengevaluasi risiko. ISO 31000:2011 menekankan organisasi untuk memerhatikan nilai, tujuan, dan sumber daya sebelum menentukan kriteria risiko. Kriteria

risiko dapat diturunkan dari peraturan atau regulasi yang melekat pada organisasi dan harus selaras dengan kebijakan manajemen risiko yang ditetapkan organisasi. Beberapa hal yang harus dipertimbangkan dalam penentuan kriteria risiko, misalnya sifat, penyebab, dan dampak risiko; cara pengukuran, probabilitas, dan tingkat risiko; waktu penilaian risiko dan sebagainya.

2) Penilaian Risiko

Penilaian risiko terdiri atas tiga hal, yaitu identifikasi risiko, analisis risiko, dan evaluasi risiko. Identifikasi risiko adalah proses identifikasi sumber, lingkup dampak, kejadian, penyebab, dan konsekuensi potensial risiko. Organisasi harus memiliki teknik dan perangkat yang cocok untuk mengidentifikasi risiko yang sesuai dengan karakteristik risiko, tujuan, dan kemampuan organisasi melakukan identifikasi risiko.

Analisis risiko dilakukan untuk memahami sifat dan menentukan tingkat risiko. Penyebab, sumber, dampak positif dan negatif, probabilitas munculnya risiko serta faktor lainnya diolah untuk memperoleh nilai dan tingkat risiko. Evaluasi risiko dalam ISO 30001:2011 didefinisikan sebagai “*process comparing the result of risk analysis with risk criteria to determine whether the risk and/or its magnitude is acceptable or tolerable*” (BSN, 2011, 6). Tujuan dari evaluasi risiko adalah membantu pengambilan keputusan berdasarkan hasil analisis risiko, mengetahui apakah risiko tersebut butuh perlakuan khusus, dan menentukan risiko prioritas yang memerlukan perlakuan.

3) Penanganan Risiko

ISO 31000:2011 menyebutkan penanganan risiko merupakan “*process to modify risk*” (BSN, 2011, 6). Penanganan risiko dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu menghindari risiko, menerima risiko dalam rangka mengambil peluang, menghilangkan sumber risiko, mengubah frekuensi kemung-



kinan risiko, mengubah dampak serta membagi risiko atau mempertahankan risiko dengan keputusan (BSN, 2015a). SNI ISO 9001:2015 menyebutkan bahwa pemilihan cara penanganan risiko harus proporsional serta mempertimbangkan unsur biaya dan usaha yang dikeluarkan untuk memperoleh manfaat dari penanganan risiko tersebut.

C. Konsep *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) Tradisional dan Kelemahannya

Menurut McDermott, Mikulak, & Beauregard (2009), FMEA pertama kali diperkenalkan oleh *United States Department of Defense* pada tahun 1949 dan mulai digunakan di bidang industri pada tahun 1960. FMEA merupakan metode analisis risiko hasil integrasi antara teknologi dan pengalaman manusia dalam memandang kegagalan serta usaha untuk menghilangkannya (Besterfield, Besterfield-M., Besterfield, G., & Besterfield-S., 2003 dalam Kumru & Kumru, 2013). Paciarotti, Mazzuto & D'Ehore (2014) serta Chang, Chang, & Tsai. (2013) menyatakan FMEA dinilai dapat meningkatkan kualitas produk serta reliabilitas sistem. Selain itu, menurut Sant'Anna (2012) FMEA dapat menurunkan risiko kegagalan dengan mengembangkan tindakan perbaikan. Chang dan Sun (2009) berpendapat bahwa FMEA dapat membantu proses pengambilan keputusan bagi organisasi dengan memprioritaskan tindakan perbaikan serta peningkatan kinerja sistem atau produk. Penerapan FMEA saat ini semakin luas, misalnya di bidang konstruksi (Mohideen & Ramachandran, 2014; Murphy, Heaney, Perera, 2011), otomotif (Kolich, 2014; Vinodh & Santhosh, 2012; Segismundo & Miguel 2008), kesehatan (López-Tarjuelo, Bouché-Babiloni, Santos-Serra, Morillo-Macías, Calvo, Kubyshin, & Ferrer-Albiach, 2014; Chiarini, 2012; Ookalkar, Joshi, Ookalkar, 2009), layanan *outsourcing* (Liao dan Ho, 2014; Nassimbeni, Sartor, & Dus, 2012), penerbangan (Sharma, Kumari, & Kumar, 2011), swalayan (Chuang, 2010), dan petrokimia (Ilangkumaran dan Thamizhselvan, 2010).



McDermott dkk. (2009) menjelaskan terdapat dua jenis FMEA, yaitu produk atau desain FMEA dan proses FMEA. Desain FMEA didefinisikan sebagai FMEA pada proses desain produk, baik barang maupun jasa, sebelum proses produksi dilakukan yang berfokus pada analisis mode kegagalan yang disebabkan karena ketidakefisienan pada perancangan. Proses FMEA digunakan untuk menganalisis mode kegagalan pada tahapan dan proses produksi yang bisa digunakan, baik di manufaktur maupun pelayanan. Proses FMEA tidak hanya menganalisis secara detail mode kegagalan pada peralatan yang dipergunakan, namun juga memerhatikan di mana mode kegagalan tersebut memengaruhi secara langsung terhadap kualitas, kekuatan, dan produk akhir yang dihasilkan. McDermott dkk. (2009) juga menjelaskan sepuluh tahapan analisis risiko dengan FMEA, yaitu mengkaji ulang proses atau produk; *brainstorming* mode kegagalan (modus kegagalan potensial); mengidentifikasi efek (dampak) kegagalan; mengidentifikasi penyebab kegagalan; mengidentifikasi metode deteksi kegagalan; memberikan penilaian dengan kriteria tingkat keparahan (*severity*) (S), kemungkinan penyebab kegagalan (*occurrence*) (O), dan tingkat kemudahan deteksi (*detection*) (D); menghitung nilai *risk priority number* (RPN); menentukan prioritas mode kegagalan; mengambil tindakan perbaikan dan pencegahan; serta menghitung RPN setelah tindakan perbaikan.

McDermott dkk. (2009) menyatakan hasil analisis risiko dalam FMEA ditunjukkan dengan nilai RPN yang diperoleh dari perkalian *severity*, *occurrence*, dan *detection*. *Severity* menunjukkan keseriusan dari akibat kegagalan yang terjadi, *occurrence* menunjukkan kemungkinan penyebab terjadinya kegagalan, sedangkan *detection* melihat risiko yang ada dapat diketahui sebelum terjadinya kegagalan dan kontrol yang dimiliki dapat mengurangi risiko kegagalan yang dapat terjadi. Perhitungan nilai RPN dapat dilihat pada persamaan berikut ini:

$$\boxed{RPN = S \times O \times D} \dots\dots\dots (2.2)$$

Kriteria S, O, dan D memiliki skor dari 1 sampai dengan 10, yang digunakan untuk menentukan penilaian pada setiap kriteria. Nilai RPN yang diperoleh digunakan untuk melakukan pemeringkatan risiko dan menentukan prioritas perbaikannya. McDermott (2009) menyebutkan bahwa tingginya nilai RPN menunjukkan tingkat risiko serta prioritas yang tinggi untuk melakukan tindakan pencegahan dan perbaikan. Skala S, O, dan D generik dapat dilihat pada Tabel 2.1 sampai dengan Tabel 2.3.

Tabel 2.1 Skala *Severity*

Rank	Effect	Criteria: Severity of effect on process (manufacturing/assembly effect)
10	Failure to meet safety and/or regulatory requirements	• May endanger operator (machine or assembly) without warning
9		• May endanger operator (machine or assembly) with warning
8	Major disruption	• 100% product may have to be scrapped. Line shutdown or stop ship
7	Significant disruption	• A portion of the production run may have to be scrapped. Deviation from primary process including decreased line spread or added manpower
6	Moderate disruption	• 100% of production run may have to be reworked in-station before it is processed
5		• A portion of the production run may have to be reworked off line and accepted
4	Moderate disruption	• 100% process production run may have to be reworked in-station before it is processed
3		• A portion of the production run may have to be reworked in-station before it is processed
2	Minor disruption	Slight inconvenience to process, operation, or operator
1	No effect	No discernible effect

Sumber: McDermott dkk. (2009)

Tabel 2.2 Skala *Occurrence*

Rank	Likelihood or failure	Criteria: Occurrence of causes incidents per item/vehicle
10	Very high	≥ 100 per thousand/ ≥ 1 in 10
9	High	50 per thousand/1 in 20
8		20 per thousand/1 in 50
7		10 per thousand/1 in 100
6	Moderate	2 per thousand/1 in 500
5		0.5 per thousand/1 in 2000
4		0.1 per thousand/1 in 10.000
3	Low	0.01 per thousand/1 in 100.000
2		≤ 0.001 per thousand/1 in 1000.000
1	Very low	Failure is eliminated through preventive control

Sumber: McDermott dkk. (2009)

Tabel 2.3 Skala *Detection*

Rank	Opportunity for detection	Criteria: Likelihood of detection by process control	Likelihood of detection
10	No detection opportunity	No current process control; cannot detect or is not analyzed	Almost impossible
9	Not likely to detect at any stage	Failure mode and/or error (cause) is not easily detected (e.g., random audits).	Very remote
8	Problem detection post processing	Failure Mode detection post-processing by operator through visual/tactile/audible means	Remote
7	Problem detection at source	Failure mode detection post-processing by operator through visual/tactile/audible means or post-processing through use of attribute gauging (go/no-go, manual torque check/clicker wrench, etc.)	Very low
6	Problem detection post processing	Failure mode detection post-processing by operator through use of variable gauging or in-station by operator through use of attribute gauging (go/no-go, manual torque check/clicker wrench, etc.).	Low



Rank	Opportunity for detection	Criteria: Likelihood of detection by process control	Likelihood of detection
5	Problem detection at source	Failure mode or error (cause) detection in-station by operator through the use of variable gauging or by automated controls in-station that will detect discrepant at source part and notify operator (light, buzzer, etc.). Gauging performed on setup and first-piece check (for set-up causes only.)	Moderate
4	Problem detection post processing	Failure mode detection post-processing by automated controls that will detect discrepant part and lock part to prevent further processing.	Moderately high
3	Problem detection post processing	Failure mode detection in-station by automated controls that will detect discrepant part and automatically lock part in station to prevent further processing.	High
2	Error detection and/or problem prevention	Error (cause) detection in-station by automated controls that will detect error and prevent discrepant part from being made.	Very high
1	Detection not applicable error prevention	Error (cause) prevention as a result of fixture design, machine design or part design. Discrepant parts cannot be made because item has been error-proofed by process/product design	Almost certain

Sumber: McDermot dkk. (2009)

D. Konsep Fuzzy

Konsep dasar logika *fuzzy* diperkenalkan pertama kali oleh Lofti A. Zadeh dalam makalahnya tentang keanggotaan *fuzzy* yang dipublikasikan pada tahun 1965. Menurut Zadeh (1965), logika *fuzzy* berawal dari pemikirannya bahwa pengelompokan objek-objek di dunia ini sering tidak dapat memenuhi seluruh kriteria keanggotaan yang telah ditentukan. Sebagai contoh sederhana,



dalam kasus pengelompokan orang tua dan anak muda, atribut yang ditanyakan adalah usia orang tersebut. Orang berusia 120 tahun secara tegas dapat dikategorikan dalam kelompok orang tua dan bayi yang baru lahir secara tegas dapat dikategorikan dalam kelompok anak muda, namun orang berusia 40 tahun tidak dapat sepenuhnya dimasukkan ke dalam kategori kelompok orang tua maupun anak muda. Dalam logika *fuzzy*, orang berusia 40 tahun memiliki tingkat keanggotaan dalam kelompok orang tua hanya 0.5 dan 0.5 sisanya merupakan tingkat keanggotaannya dalam kelompok anak muda.

Logika *fuzzy* bertujuan untuk memodelkan suatu pemikiran bukan eksak yang berperan penting dalam kemampuan manusia untuk membuat keputusan rasional pada kondisi yang tidak pasti dan tidak akurat. Zadeh (1988) menyatakan bahwa kemampuan tersebut tergantung pada kemampuan untuk menyimpulkan jawaban atas suatu pertanyaan berdasarkan pengetahuan yang tidak eksak, tidak lengkap atau tidak dapat diandalkan. Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2010), logika *fuzzy* sering digunakan karena dianggap sebagai konsep logika yang mudah dimengerti. Kelebihan lain dari logika *fuzzy*, yaitu konsep matematisnya sangat sederhana dan mudah dimengerti; sangat fleksibel; menggunakan bahasa alami; memiliki toleransi terhadap data-data yang tepat; mampu memodelkan fungsi nonlinear yang sangat kompleks; dan dapat membangun serta mengaplikasikan pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.

1. Himpunan *Fuzzy*

Susilo (2006) mendefinisikan himpunan sebagai suatu kumpulan atau koleksi objek yang mempunyai kesamaan sifat tertentu. Salah satu pengembangan konteks himpunan dalam matematika adalah himpunan *fuzzy*. Kusumadewi dan Purnomo (2010) mengartikan himpunan *fuzzy* sebagai rentang nilai yang setiap nilainya mempunyai derajat keanggotaan antara 0 sampai dengan 1. Suatu himpunan *fuzzy* \tilde{A} dalam semesta pembicaraan X oleh Susilo (2006)

dinyatakan dengan fungsi keanggotaan $\mu_{\hat{A}}$, yang nilainya berada dalam interval $[0,1]$, dapat dinyatakan dengan:

$$\hat{A}: X \rightarrow [0,1]$$

Bojadziev dan Bojadziev (2007) lebih lanjut menjelaskan bahwa himpunan *fuzzy* \hat{A} dalam semesta pembicaraan X biasa dinyatakan sebagai sekumpulan pasangan elemen x (x anggota X) dan derajat keanggotaannya dinyatakan sebagai berikut:

$$\hat{A} = \{(x, \mu_{\hat{A}}(x) \mid x \in X, \mu_{\hat{A}}(x) \in [0,1]\}$$

Agar dapat memahami lebih dalam mengenai himpunan *fuzzy*, ada tiga hal yang penting diketahui, yaitu variabel *fuzzy*, semesta pembicaraan, dan domain.

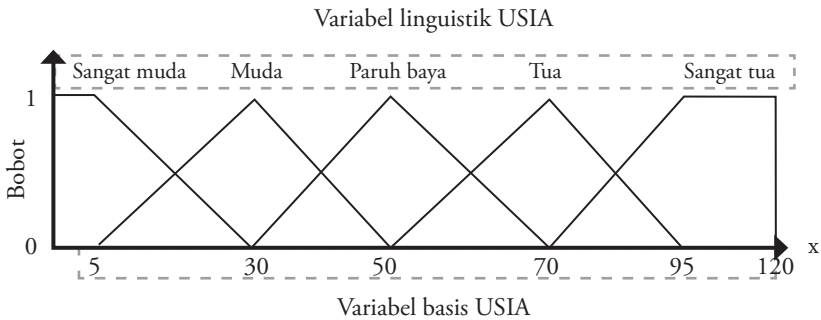
a) Variabel *Fuzzy*

Variabel *fuzzy* dapat dikatakan sebagai suatu lambang atau kata yang menunjuk kepada suatu yang tidak tertentu dalam sistem *fuzzy*, misalnya seperti usia, suhu, produksi, dan pendapatan. Zadeh (1975) mengenalkan dua jenis variabel yang digunakan dalam *fuzzy*, yaitu numerik dan linguistik. Variabel numerik atau variabel basis didefinisikan sebagai variabel yang dinyatakan dalam bentuk angka, sedangkan variabel linguistik adalah variabel yang nilainya tidak dalam bentuk angka, namun dalam bentuk kata-kata atau kalimat dalam bahasa alami atau buatan. Setiap nilai variabel basis dapat ditafsirkan sebagai nilai variabel linguistik dengan bobot nilai keanggotaan tertentu. Nilai bobot pada setiap nilai variabel basis merupakan angka dalam interval $[0,1]$, sedangkan nilai linguistik memiliki sifat kurang spesifik dibandingkan dengan nilai numerik.

Sebagai contoh, variabel USIA dalam *fuzzy* dapat bernilai linguistik, seperti sangat muda, muda, paruh baya, tua, dan sangat tua, namun dapat juga bernilai numerik 5, 30, 50,



70, dan 120 tahun. Dalam variabel *fuzzy* USIA, jika ada pernyataan “Amir masih muda” maka pernyataan tersebut dianggap kurang spesifik dibandingkan dengan pernyataan “Amir masih berusia 40 tahun”. Dalam kasus ini, “muda” merupakan nilai linguistik dari variabel USIA yang memiliki kesamaan pemahaman dengan nilai numeriknya, yaitu 40 tahun, namun bersifat kurang akurat dan informatif. Sebagai contoh, pada variabel USIA, nilai basis 30, 38, dan 45 tahun dapat ditafsirkan sebagai orang muda dengan bobot keanggotaan berturut-turut sebesar 1, 0,7, dan 0,2. Deskripsi mengenai variabel *fuzzy* dalam suatu himpunan *fuzzy* USIA dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Variabel *Fuzzy* USIA

b) Semesta Pembicaraan

Kusumadewi dan Purnomo (2010) menyebutkan semesta pembicaraan sebagai keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*, misalnya semesta pembicaraan untuk variabel USIA (dalam tahun), $X = [0,120]$.

c) Domain

Domain himpunan *fuzzy* adalah seluruh nilai yang diperbolehkan dalam semesta pembicaraan dan dapat dioperasikan

dalam suatu himpunan *fuzzy* (Kusumadewi & Purnomo, 2010). Contoh domain himpunan *fuzzy* untuk semesta variabel USIA (dalam tahun) $X = [0, 120]$ sebagai berikut:

- 1) Himpunan *fuzzy* **sangat muda** = $[0, 30]$, artinya seseorang dapat dikatakan **sangat muda** dengan usia antara 0 tahun sampai 30 tahun.
- 2) Himpunan *fuzzy* **muda** = $[5, 50]$, artinya seseorang dapat dikatakan **muda** dengan usia 5 tahun sampai 50 tahun.
- 3) Himpunan *fuzzy* **paruh baya** = $[30, 70]$, artinya seseorang dapat dikatakan **paruh baya** dengan usia antara 30 tahun sampai 70 tahun.
- 4) Himpunan *fuzzy* **tua** = $[50, 95]$, artinya seseorang dapat dikatakan **tua** dengan usia antara 50 tahun sampai 95 tahun.
- 5) Himpunan *fuzzy* **sangat tua** = $[70, 120]$, artinya seseorang dapat dikatakan sangat **tua** dengan usia antara 70 tahun sampai 120 tahun.

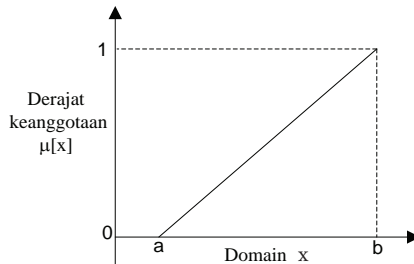
2. Fungsi Keanggotaan

Kusumadewi dan Purnomo (2010) serta Bojadziew dan Bojadziew (2007) mengungkapkan fungsi keanggotaan (*membership function*) *fuzzy* sebagai kurva yang menunjukkan pemetaan titik *input* data variabel numerik ke dalam nilai keanggotaan yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Terdapat beberapa bentuk fungsi yang bisa digunakan untuk mewakili fungsi keanggotaan *fuzzy*, yaitu kurva linear, segitiga, dan trapesium.

a) Kurva Linear

Kurva linear merupakan pemetaan *input* ke derajat keanggotaan *fuzzy* yang digambarkan sebagai suatu garis lurus (Kusumadewi & Purnomo, 2010). Kurva linear merupakan bentuk fungsi keanggotaan *fuzzy* paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik sebagai pendekatan terhadap suatu

konsep yang kurang jelas. Kurva linear terbagi menjadi dua bentuk, yaitu linear naik dan turun. Kurva linear naik yaitu kenaikan himpunan mulai dari nilai domain yang memiliki nilai keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan yang lebih tinggi seperti ditunjukkan pada Gambar 2.2. Kurva linear turun merupakan garis lurus yang dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak turun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah (Kusumadewi & Purnomo, 2010; Bojadziew & Bojadziew, 2007) yang dapat dilihat pada Gambar 2.3.



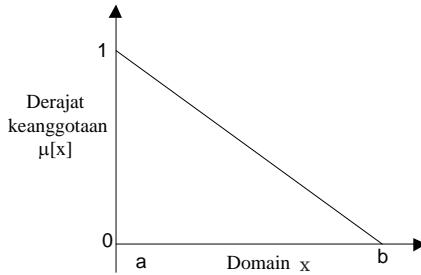
Sumber: Kusumadewi & Purnomo (2010)

Gambar 2.3 Representasi Linear Naik

Fungsi keanggotaan linear naik:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & ; a \leq x \leq b \\ b-a & \\ 1; & x \geq b \end{cases}$$





Sumber: Kusumadewi dan Purnomo (2010)

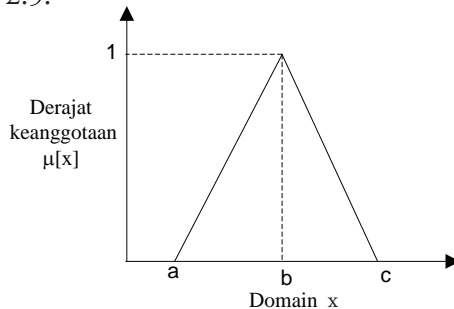
Gambar 2.4 Representasi Linear Turun

Fungsi keanggotaan linear turun:

$$\mu[x] = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a} & ; a \leq x \leq b \\ 0 & ; x \geq b \end{cases}$$

b) Kurva Segitiga

Kurva segitiga merupakan gabungan antara dua kurva linear, yaitu kurva linear naik dan turun (Kusumadewi & Purnomo, 2010; Bojadziew & Bojadziew, 2007). Kurva segitiga yang menunjukkan fungsi keanggotaan *fuzzy* dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Sumber: Kusumadewi dan Purnomo (2010)

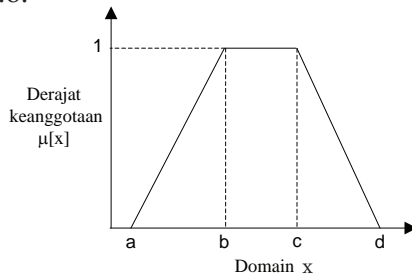
Gambar 2.5 Representasi Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaan kurva segitiga:

$$\mu[x] = \left\{ \begin{array}{ll} 0; & x \leq a \text{ dan } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}; & x \geq b \end{array} \right\}$$

c) Kurva Trapesium

Kurva trapesium pada dasarnya memiliki bentuk seperti kurva segitiga, namun memiliki beberapa titik dengan nilai keanggotaan 1 (satu) (Kusumadewi & Purnomo, 2010; Bojadziew & Bojadziew, 2007). Kurva trapesium dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Sumber: Kusumadewi dan Purnomo (2010)

Gambar 2.6 Representasi Kurva Trapesium

Fungsi keanggotaan kurva trapesium:

$$\mu[x] = \left\{ \begin{array}{ll} 0; & x \leq a \text{ dan } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & b \leq x \leq c \\ \frac{c-x}{c-b}; & c \leq x \leq d \end{array} \right\}$$

3. Operator Dasar untuk Operasi Himpunan Fuzzy

Beberapa operasi berlaku pada himpunan *fuzzy* sama halnya seperti pada himpunan tegas (*crisp set*). Operasi pada himpunan *fuzzy* digunakan untuk mengombinasikan dan memodifikasi himpunan *fuzzy*. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi dua himpunan sering dikenal dengan nama *fire strength* atau α -predikat. Zadeh (1965) menyebutkan tiga operator dasar yang digunakan dalam *fuzzy*, yaitu AND, OR, dan NOT.

a) Operasi *Intersection* (AND)

Bojadziew dan Bojadziew (2007) serta Susilo (2006) mendefinisikan operasi AND sebagai operasi pada himpunan *fuzzy* yang berhubungan dengan operasi irisan. Minimum dari tiap pasangan elemen pada kedua himpunan merupakan definisi dari operasi *intersection* dari dua himpunan *fuzzy*. Jika \tilde{C} adalah sebuah himpunan *fuzzy* \tilde{A} yang merupakan irisan dari himpunan *fuzzy* \tilde{A} dan himpunan *fuzzy* \tilde{B} , maka himpunan *fuzzy* \tilde{C} dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\tilde{C} &= (\tilde{A} \cap \tilde{B})(x) \\ &= \min \{\tilde{A}(x), \tilde{B}(x)\} \\ &= A(x) \wedge B(x), \forall x \in X\end{aligned}$$

dengan derajat keanggotaan (Bojadziew & Bojadziew, 2007; Susilo, 2006):

$$\begin{aligned}\mu_{\tilde{C}} &= \min \{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\} \\ &= (\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)), \text{ untuk semua } x \in X\end{aligned}$$

b) Operasi *Union* (OR)

Operasi gabungan (*union*) pada himpunan *fuzzy* disebut dengan operasi OR (Bojadziew & Bojadziew, 2007; Susilo, 2006). Maksimum dari tiap pasang elemen pada kedua himpunan adalah definisi dari operasi gabungan dari dua himpunan *fuzzy*. Jika sebuah himpunan *fuzzy* \tilde{C} adalah gabungan



dari himpunan *fuzzy* \tilde{A} dan himpunan *fuzzy* \tilde{B} maka himpunan *fuzzy* \tilde{C} dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\tilde{C} &= (\tilde{A} \cap \tilde{B})(x) \\ &= \max\{\tilde{A}(x), \tilde{B}(x)\} \\ &= A(x) \wedge B(x), \forall x \in X\end{aligned}$$

dengan derajat keanggotaan (Bojadviez & Bojadviez, 2007; Susilo, 2006):

$$\begin{aligned}\mu_{\tilde{C}} &= \max\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\} \\ &= (\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)), \text{ untuk semua } x \in X\end{aligned}$$

c) Operasi Komplemen (NOT)

Operasi komplemen pada himpunan *fuzzy* disebut operasi NOT (Kusumadewi & Purnomo, 2010; Susilo, 2006). Bojadviez & Bojadziev (2007) memberikan tanda $\tilde{\tilde{A}}$ (NOT \tilde{A}) sebagai simbol komplemen himpunan *Fuzzy* \tilde{A} dan memberikan definisi sebagai berikut:

$$\tilde{\tilde{A}}(x) = 1 - \tilde{A}(x)$$

dengan derajat keanggotaannya adalah $\mu_{\tilde{\tilde{A}}}(x) = 1 - \mu_{\tilde{A}}(x)$

4. Proposisi *Fuzzy*

Pernyataan atau kalimat deklaratif yang memiliki nilai kebenaran yang dapat dinyatakan dengan suatu bilangan real dalam rentang $[0,1]$ disebut dengan proposisi *fuzzy* (Bojadziev & Bojadziev, 2007; Susilo, 2006). Nilai kebenaran suatu pernyataan *fuzzy* dapat direpresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy*. Bentuk proposisi *fuzzy* $\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x))\}$ sebagai berikut:

x adalah A

dengan x adalah suatu variabel linguistik dan A adalah pernyataan yang menggambarkan keadaan x. Bojadziev & Bojadziev (2007)



menyebut proposisi tersebut sebagai proposisi *canonical form*. Berdasarkan proposisi *canonical form fuzzy* \tilde{A} , dapat diketahui bahwa jika \tilde{A} adalah himpunan *fuzzy* yang dikaitkan dengan nilai linguistik A dan x_n adalah suatu elemen tertentu dalam semesta X dari himpunan *fuzzy* \tilde{A} maka x_n memiliki derajat keanggotaan $\mu_{\tilde{A}}(x_n)$ dalam himpunan *fuzzy* \tilde{A} (Bojadziew & Bojadziew, 2007; Susilo, 2006). Derajat kebenaran pernyataan *fuzzy* “ x_n adalah A ” didefinisikan sama dengan derajat keanggotaan x_n dalam himpunan *fuzzy* \tilde{A} , yaitu $\mu_{\tilde{A}}(x_n)$.

5. Implikasi *Fuzzy*

Proposisi *fuzzy* yang sering digunakan dalam aplikasi teori *fuzzy* adalah implikasi *fuzzy* atau disebut juga aturan jika-maka (*if-then rule*) yang memiliki dua komponen, yaitu komponen proposisi anteseden dan konsekuen. Anteseden menunjukkan syarat, sedangkan konsekuen menunjukkan suatu kesimpulan yang dapat ditarik jika kondisi dapat dipenuhi (Zhang & Liu, 2006). Bentuk umum suatu implikasi *fuzzy* adalah:

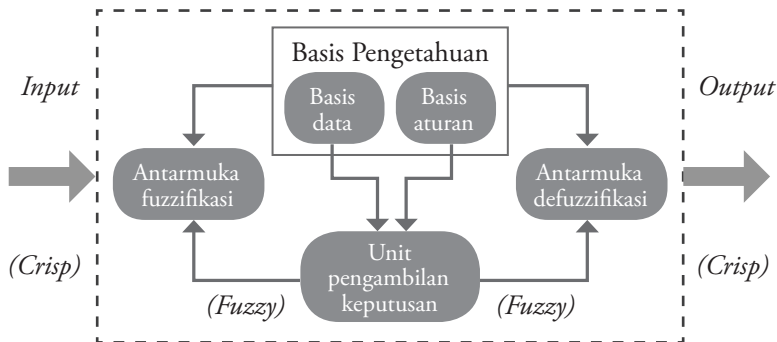
JIKA \langle proposisi Anteseden \rangle , MAKA \langle proposisi Konsekuen \rangle

6. *Fuzzy Inference System*

Fuzzy inference system (FIS) merupakan bagian penting dalam sistem logika *fuzzy* yang sering disebut juga *fuzzy rule-based system* karena merumuskan aturan-aturan dan membuat keputusan berdasarkan aturan tersebut. FIS dibangun berdasarkan konsep teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy* jika-maka, dan penalaran *fuzzy*. Konstruksi FIS terdiri atas komponen antarmuka defuzzifikasi, aturan, basis data, dan unit pengambilan keputusan (Sivanandam, Sumathi, & Deepa, 2007).

Pada sistem inferensi *fuzzy*, nilai masukan tegas dikonversikan oleh unit fuzzifikasi ke nilai *fuzzy* yang sesuai. Hasil pengukuran

yang telah melalui proses konversi tersebut, kemudian diproses kembali oleh unit pengambilan keputusan dengan menggunakan unit basis pengetahuan dan menghasilkan himpunan *fuzzy* sebagai keluarannya. Langkah terakhir dikerjakan oleh unit defuzzifikasi, yaitu menerjemahkan himpunan keluaran itu ke dalam nilai tegas yang kemudian direalisasikan dalam bentuk suatu tindakan yang dilaksanakan dalam proses tersebut. Struktur dasar inferensi *fuzzy* dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Sumber: Sivanandam dkk. (2007)

Gambar 2.7 Struktur Dasar *Fuzzy Inference System*

Penjelasan struktur dasar *fuzzy inference system* pada Gambar 2.7 adalah sebagai berikut:

a) Unit Fuzzifikasi

Susilo (2006) mendefinisikan proses fuzzifikasi sebagai proses mengubah variabel bukan *fuzzy* (variabel numerik) menjadi variabel *fuzzy* (variabel linguistik). Langkah pertama fuzzifikasi adalah mengubah masukan nilai *crisp* (tegas) menjadi *fuzzy*, mengingat sistem inferensi *fuzzy* bekerja dengan aturan dan masukan *fuzzy*. Suatu fungsi fuzzifikasi ditentukan untuk setiap variabel masukan yang berfungsi mengubah variabel ma-

sukan *crisp* menjadi nilai pendekatan *fuzzy*. Fungsi fuzzifikasi ditentukan oleh tiga kriteria, yaitu sebagai berikut.

- 1) Fungsi fuzzifikasi mampu mengubah nilai tegas menjadi himpunan *fuzzy* (misal: $a \in \mathbb{R}$ ke suatu himpunan *fuzzy* \tilde{A} dengan nilai keanggotaan α terletak pada selang tertutup $[0,1]$);
- 2) Fungsi fuzzifikasi dapat menekan gangguan (derau) yang diakibatkan oleh cacatnya nilai masukan dengan optimal; dan
- 3) Komputasi yang harus dilakukan oleh sistem tersebut dalam proses inferensinya dapat disederhanakan dengan fungsi fuzzifikasi.

b) Unit Penalaran

Susilo (2006) mendefinisikan penalaran *fuzzy* sebagai suatu cara penarikan kesimpulan yang digunakan (tautologi) berdasarkan seperangkat implikasi *fuzzy* dan suatu fakta yang diketahui (premis). Susilo dalam bukunya yang berjudul *Himpunan dan Logika Kabur serta Aplikasinya* (2006, 146) mendefinisikan tautologi sebagai "proposisi-proposisi yang selalu benar tanpa tergantung pada nilai kebenaran proposisi-proposisi penyusunnya". Modus ponens adalah salah satu aturan penalaran nilai tegas yang paling sering dipergunakan dalam penalaran *fuzzy*, yaitu:

$$\boxed{((p \Rightarrow q) \wedge p) \Rightarrow q}$$

Bentuk umum penalaran modus ponens adalah sebagai berikut:

Premis 1 : x adalah B.

Premis 2 : bila x adalah B, maka y adalah C himpunan.

Kesimpulan : y adalah C.



Menurut Susilo (2006), penarikan kesimpulan di atas terdiri atas:

Premis 1 : sebuah proposisi tunggal sebagai fakta yang diketahui.

Premis 2 : sebuah proposisi majemuk berbentuk implikasi yang merupakan suatu kaidah atau aturan yang berlaku (premis 2).

Kesimpulan : kesimpulan yang ditarik berdasarkan kedua proposisi.

Aplikasi modus ponens penalaran nilai tegas menjadi aturan *fuzzy* dengan premis dan kesimpulan adalah proposisi *fuzzy*. Contoh penalaran *fuzzy* adalah sebagai berikut:

Premis 1 : Mobil agak kotor.

Premis 2 : Bila mobil agak kotor, maka pencuciannya lama.

Kesimpulan : Pencuciannya agak lama.

c) Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan suatu sistem inferensi *fuzzy* dibagi menjadi dua, yaitu basis data dan basis aturan (Susilo, 2006).

1) Basis Data

Susilo (2006, 165) mengartikan basis data sebagai himpunan fungsi keanggotaan dari "himpunan-himpunan [*fuzzy*] yang terkait dengan nilai-nilai linguistik dari variabel-variabel yang terlibat dalam sistem itu". Basis data mendefinisikan seluruh fungsi keanggotaan dari himpunan *fuzzy* yang digunakan dalam aturan *fuzzy* dan disusun dalam relasi atau tabel yang saling berhubungan. Basis data *fuzzy* memungkinkan manipulasi data meskipun data yang tersedia kurang lengkap, mengandung ketidakpastian, dan ambigu. Model basis data *fuzzy* yang telah dikembangkan salah satunya adalah basis data *fuzzy* model Tahani yang menggunakan relasi



dan teori himpunan *fuzzy* untuk mendapatkan informasi pada *query*-nya (Kusumadewi & Purnomo, 2010). Setiap tabel dilengkapi dengan derajat keanggotaan pada setiap *record*-nya berdasarkan fungsi keanggotaan variabel linguistik yang telah ditetapkan.

2) Basis Aturan

Susilo (2006, 166) mendefinisikan basis aturan sebagai himpunan implikasi [*fuzzy*] yang berlaku sebagai aturan dalam sistem tersebut dengan memenuhi tiga kriteria, yaitu lengkap, konsisten, dan kontinu. Apabila sebuah sistem memiliki m buah aturan dengan jumlah variabel $(n+1)$, maka bentuk aturan ke i ($i=1\dots, m$) dapat dinyatakan sebagai berikut:

“Jika $(x_1$ adalah A_{i1}) dan ...dan $(x_n$ adalah $A_{in})$, maka y adalah B_i dengan di mana x_j adalah variabel linguistik dengan semesta [pembicaraan] X_j ($j=1\dots, n$)”.

d) Unit Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah proses mengubah keluaran himpunan *fuzzy* menjadi bilangan real yang tegas (*crisp*) (Susilo, 2006). Nilai tegas harus diperoleh kembali karena sistem inferensi hanya dapat membaca nilai yang tegas, sehingga diperlukan suatu mekanisme yang disebut unit defuzzifikasi untuk mengubah nilai keluaran *fuzzy* menjadi nilai yang tegas. Fungsi defuzzifikasi ditentukan oleh tiga kriteria, yaitu:

- 1) Masuk akal (*plausibility*), yaitu fungsi defuzzifikasi secara intuitif dapat menghasilkan bilangan tegas yang dapat diterima sebagai bilangan yang mewakili kesimpulan himpunan *fuzzy* dari semua keluaran himpunan *fuzzy* untuk setiap aturan.

- 2) Kesederhanaan perhitungan (*computational simplicity*), yaitu fungsi defuzzifikasi memiliki perhitungan yang mudah dan sederhana untuk memperoleh bilangan tegas.
- 3) Kontinuitas (*continuity*), yaitu bilangan defuzzifikasi tidak mengalami perubahan besar ketika terjadi perubahan kecil pada himpunan.

FIS diklasifikasikan ke dalam metode langsung dan tidak langsung. Dalam metode langsung, data masukan dan pengetahuan *fuzzy* dihitung secara langsung dengan menggunakan operasi himpunan (Rao & Rao, 2014; Ding, 2001). Di sisi lain, metode tidak langsung mengeksekusi inferensi melalui beberapa tahap, yaitu pertama, memetakan seluruh data *fuzzy* ke dalam ruang nilai kebenaran *fuzzy*; kedua, memproses bagian penting dari inferensi ke dalam ruang kebenaran *fuzzy*; ketiga, mengembalikan hasilnya ke dalam ruang semula. Ding (2001) mengklasifikasikan metode langsung ke dalam metode Zadeh, metode Mamdani, dan metode Sugeno, sedangkan yang termasuk kategori metode tidak langsung adalah metode Tsukamoto. Rao dan Rao (2014) menyebutkan bahwa metode Mamdani merupakan metode yang paling umum digunakan dalam aplikasi karena menggunakan struktur yang sederhana dari operasi *max-min*.

7. Metode Mamdani

Metode Mamdani dalam sistem inferensi *fuzzy* yang diperkenalkan oleh Ebrahim H. Mamdani pada tahun 1975 ini dikenal juga dengan nama metode Max-Min (Kusumadewi & Purnomo, 2010). Metode ini bekerja berdasarkan aturan-aturan linguistik untuk memperoleh hasil (*output*) dengan menggunakan empat tahapan sebagai berikut:



a) Pembentukan Himpunan *Fuzzy*

Pembentukan himpunan *fuzzy* merupakan tahap awal untuk memperoleh solusi proses yang diinginkan. Tahapan ini dibutuhkan untuk mendefinisikan semua variabel (masukan dan keluaran) yang terkait dalam proses ke dalam fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* (Sivanandam dkk., 2007). Kusumadewi dan Purnomo (2010) mengungkapkan bahwa himpunan *fuzzy* yang dihasilkan dari variabel masukan atau keluaran dengan metode Mamdani dapat berjumlah satu atau lebih.

b) Aplikasi Fungsi Implikasi

Susilo (2006) mendefinisikan tahap ini sebagai proses penyusunan basis aturan yang mendeskripsikan hubungan variabel masukan dan keluaran. Fungsi implikasi yang digunakan Metode Mamdani adalah fungsi implikasi Min (Kusumadewi & Purnomo, 2010). Bentuk umumnya adalah sebagai berikut:

Jika x adalah A dan y adalah B, maka z adalah C

dengan A, B, dan C adalah predikat-predikat *fuzzy* yang merupakan representasi nilai linguistik dari setiap variabel (Susilo, 2006). Sivanandam dkk. (2007) menyebutkan jumlah aturan yang digunakan bergantung pada jumlah nilai linguistik untuk setiap variabel masukan.

c) Komposisi Aturan

Apabila sistem terdiri atas beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan kolerasi antaraturan (Kusumadewi & Purnomo, 2010). Ada tiga metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy*, yaitu:

1) Metode Max (*Maximum*)

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2010), solusi himpunan *fuzzy* metode *Max* diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan yang kemudian digunakan

untuk memodifikasi daerah *fuzzy* dan mengaplikasikannya ke keluaran dengan menggunakan operator OR (gabungan). Keluaran yang dihasilkan berisi suatu himpunan *fuzzy* yang merefleksikan kontribusi dari setiap proporsi. Persamaan metode Max ini secara umum dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\mu_{sf}(x_i) = \max (\mu_{sf}(x_i), \mu_{kf}(x_i) (x_i))$$

dengan:

$\mu_{sf}(x_i)$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i

$\mu_{kf}(x_i)$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-i

2) Metode *Additive (Sum)*

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2006), metode *additive* adalah solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan penjumlahan terhadap semua keluaran daerah *fuzzy* yang didefinisikan ke dalam persamaan berikut ini:

$$\mu_{sf}(x_i) = \min (1, \mu_{sf}(x_i) + \mu_{kf}(x_i))$$

dengan:

$\mu_{sf}(x_i)$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i

$\mu_{kf}(x_i)$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-i

3) Metode Probabilistik (*probor*)

Metode probabilistik merupakan metode solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan perkalian terhadap semua *output* daerah *fuzzy* (Kusumadewi & Purnomo, 2010). Metode ini dijelaskan dalam bentuk persamaan berikut ini:

$$\mu_{sf}(x_i) = (\mu_{sf}(x_i) + \mu_{kf}(x_i)) - \mu_{sf}(x_i) * (1, \mu_{sf}(x_i) * \mu_{kf}(x_i))$$

dengan:

$\mu_{sf}(x_i)$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i

$\mu_{kf}(x_i)$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-i

d) Defuzzifikasi

Kusumadewi dan Purnomo (2010) mendefinisikan defuzzifikasi sebagai proses perubahan masukan himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan *fuzzy* menjadi keluaran atau hasil dalam bentuk bilangan real yang tegas (*crisp*). Salah satu metode penegasan yang biasa dipakai dalam metode Mamdani adalah metode Centroid (*composite moment*) yang diartikan sebagai metode penghasil solusi tegas dengan cara mengambil titik pusat daerah *fuzzy*. Persamaan metode Centroid secara umum adalah sebagai berikut:

$$Z = \frac{\int_a^b z \cdot \mu(z) dz}{\int_a^b \mu(z) dz}$$

Nilai Z adalah nilai defuzzifikasi, adalah nilai tegas (*crisp*), dan adalah derajat keanggotaan.

E. Konsep *Fuzzy-Failure Mode and Effect Analysis (Fuzzy-FMEA)*

Khalegi, Givchchi, & Karimi (2013) mengungkapkan bahwa analisis risiko dengan FMEA mengandung unsur ketidakpastian yang tinggi jika tidak diperoleh informasi yang tepat terkait kegagalan pada proses dan komponennya. Peneliti menyadari bahwa FMEA tradisional memiliki kelemahan, sehingga banyak dari mereka yang memberikan usulan untuk memperbaikinya (Vahdani,

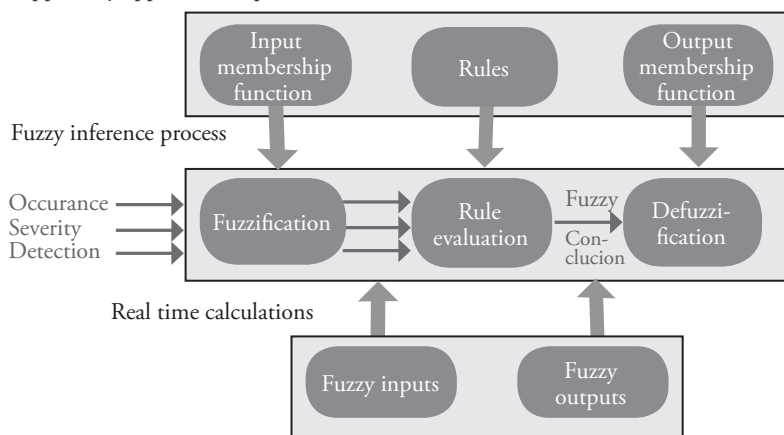
Salimi, & Charkhichian, 2014; Mandal & Maiti, 2014; Liu, You, Shan, & Shao, 2015; Jong, Tay, & Lim, 2013; Chang, Chang, & Tsai, 2013; Sant'Anna, 2012; Wang, Chin, Poon, & Yang, 2009). Salah satu kritik terhadap metode ini, yaitu adanya kemungkinan kesamaan nilai RPN berdasarkan hasil perkalian dari S, O, dan D yang berakibat pada kesamaan tingkat prioritas pada mode kegagalan yang berbeda (Kumru & Kumru, 2013; Chang dkk., 2013; Chang & Cheng, 2010; dan Seyed-Hosseini, Safaei, & Asgharpour, 2006). Hal tersebut terjadi karena melihat nilai total dan tidak memperhatikan bobot pada setiap kriteria. Kritik lain juga disampaikan oleh Chang & Cheng (2010), yaitu skala RPN menyebutkan bahwa nilai RPN (*risk priority number*) diperoleh dari perkalian nilai S, O, dan D tanpa mempertimbangkan hubungan tidak langsung antarkriteria.

Menurut Markowski dan Mannan (2009), masalah tersebut dapat diselesaikan dengan penerapan logika *fuzzy*. Ketidakpastian dalam analisis risiko dengan FMEA ditengarai dapat diselesaikan dengan logika *fuzzy* karena dianggap tepat untuk menyelesaikan masalah dengan batasan yang tidak spesifik serta mengandung ketidaktepatan dan ketidakpastian seperti analisis risiko dengan FMEA (Nielsen & Aven, 2003; Liu, Liu, Liu, & Mao, 2012). Beberapa peneliti, seperti Kumru dan Kumru (2013), Hadi-Venched dan Aghajani (2013), Wang dkk. (2009) serta Chin, Chang dan Yang. (2008) mengusulkan pendekatan *fuzzy* untuk metode FMEA. Liu, Liu & Liu (2013) mengkaji ulang bahwa metode berbasis aturan *fuzzy*-FMEA meningkatkan akurasi dalam analisis resiko kegagalan, namun masih terdapat keraguan menerapkan konsep *fuzzy* dalam kehidupan nyata karena adanya kesulitan dalam mendesain model *fuzzy*, terutama dalam penetapan jumlah aturan dan fungsi keanggotaannya. Kharola dan Singh (2014) membuktikan bahwa *fuzzy*-FMEA lebih realistis dibandingkan dengan FMEA tradisional melalui pendekatan model simulasi menggunakan Matlab-Simulink.



Para peneliti (Yang, Bonsal & Wang, 2008; Keskin & Özkan, 2009; Gargama & Chaturvedi, 2011; Dinmohammadi & Shafiee, 2013; Khaleghi dkk., 2013) mengungkapkan bahwa penggunaan *fuzzy*-FMEA semakin berkembang. Kutlu dan Ekmekçioğlu (2012), Khaleghi dkk. (2013), Dinmohammadi dan Shafiee (2013) mendefinisikan *fuzzy*-FMEA sebagai metode analisis risiko dengan pendekatan penilaian ahli untuk menentukan kriteria risiko S, O, dan D dengan menggunakan bahasa linguistik *fuzzy*. Logika *fuzzy* mengganti sepuluh titik skala pada FMEA menjadi variabel linguistik (Kumru & Kumru, 2013; Kutlu & Ekmekçioğlu, 2012; Mandal & Maiti, 2014). Chin, dkk. (2008), Guimaraes dan Lapa (2004), Pillay dan Wang (2003) serta Sharma, Kumar & Kumar (2005) menyebutkan aturan jika-maka (*if-then*) pada *fuzzy*-FMEA digunakan untuk memperoleh hasil keluaran RPN atau *fuzzy* RPN berdasarkan hasil kriteria S, O, dan D yang sudah diubah menjadi variabel linguistik. Skema analisis risiko dengan *fuzzy*-FMEA dapat dilihat pada Gambar 2.8.

Supplied by application expert



Sumber: Dinmohamadi dan Safiee (2013)

Gambar 2.8 Skema Analisis Risiko dengan *Fuzzy*-FMEA

Proses fuzzifikasi pada Gambar 2.8 digunakan untuk mengubah variabel numerik S, O, dan D ke dalam bentuk variabel linguistik. Peringkat nilai S, O, dan D diubah ke dalam basis skala linguistik, sedangkan masukan S, O, dan D difuzzifikasi untuk memperoleh derajat nilai keanggotaan. Narasumber ahli membuat interaksi antara mode kegagalan dan dampaknya dalam bentuk aturan *fuzzy* jika-maka berdasarkan ilmu pengetahuan yang dikuasainya. Keluaran *fuzzy inference system* dari analisis risiko ini adalah *fuzzy risk priority number* (F-RPN), sedangkan nilai RPN diperoleh melalui defuzzifikasi nilai F-RPN.

F. Fuzzy-Failure Mode and Effect Analysis (Fuzzy-FMEA): Solusi Alternatif

Seperti sudah dijelaskan sebelumnya pada Subbab C, metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menilai risiko yang telah diterapkan sejak tahun 1949 ditunjukkan dalam RPN. Dalam perkembangannya, FMEA cukup banyak mendapat kritik sehingga banyak usulan dari para peneliti untuk memperbaikinya, salah satunya adalah *fuzzy-FMEA* yang merupakan integrasi metode tradisional FMEA dengan logika *fuzzy*. *Fuzzy-FMEA* merupakan konsep analisis risiko dengan kerangka umum analisis risiko dengan FMEA tradisional yang dikembangkan oleh Departemen Militer Amerika Serikat sejak tahun 1949. Perbedaan FMEA tradisional dan *fuzzy-FMEA* terletak pada proses perhitungan nilai risikonya. Jika pada FMEA nilai risiko dihitung dari perkalian dampak kegagalan (S), penyebab kegagalan (O), dan metode deteksi (D), pada *fuzzy-FMEA* nilai risiko diperoleh dari fungsi *fuzzy* S, O, dan D. Konsep *fuzzy-FMEA* dianggap sebagai solusi untuk mengatasi kelemahan yang dimiliki FMEA (Vahdhani, 2014; Mandal & Maiti, 2014; Liu dkk., 2015; Jong dkk., 2013; Chang dkk., 2013; Sant'Anna, 2012; Wang dkk., 2009), yakni untuk mencegah kemungkinan diperoleh nilai risiko yang sama dari hasil kombinasi perkalian kriteria dari

S, O, dan D yang berbeda karena ketiga kriteria tersebut dianggap memiliki bobot yang sama. Ilustrasi kondisi tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Ilustrasi Kombinasi S, O, dan D pada Perhitungan RPN

No	Kriteria			RPN
	S	O	D	
1	1	2	1	2
2	1	1	2	2
3	2	1	1	2

Kriteria S, O, dan D pada Tabel 2.4 dianggap memiliki pengaruh atau bobot yang sama untuk menentukan nilai risiko, sedangkan karakteristik S, O, dan D berbeda satu sama lain. Pendekatan ini tidak mempertimbangkan logika pengambilan keputusan yang berperan pada proses penilaian risiko. Chang dan Cheng (2010) menjelaskan lebih lanjut bahwa nilai risiko yang diperoleh dari perkalian nilai S, O, dan D pada analisis risiko dengan FMEA tidak mempertimbangkan hubungan tidak langsung antarkriteria, padahal hal ini perlu diperhatikan mengingat pada konteks pengambilan keputusan, hubungan satu sama lain dapat memiliki keterkaitan atau pengaruh.

Menurut Markowski dan Mannan (2009), konsep *fuzzy*-FMEA dapat memecahkan masalah tersebut karena logika *fuzzy* tepat digunakan untuk menggambarkan fenomena yang masih belum jelas atau mengandung unsur ketidakpastian. Logika *fuzzy* dianggap tepat untuk menyelesaikan masalah dengan batasan yang tidak spesifik dan mengandung ketidaktepatan serta ketidakpastian seperti analisis risiko dengan FMEA (Nielsen & Aven, 2003; Liu dkk., 2012). Beberapa peneliti seperti, Kumru dan Kumru (2013), Hadi-Vencheh dan Aghajani (2013), Wang dkk. (2009) serta Chin dkk. (2008) mengusulkan pendekatan *fuzzy* untuk metode FMEA dalam konsep analisis risiko dengan *fuzzy*-FMEA.

Pemaparan singkat mengenai *fuzzy*-FMEA dapat menjawab persoalan yang terdapat pada kerangka penilaian risiko di instansi pemerintah. Kerangka dasar FMEA memberikan masukan kriteria risiko, yaitu metode deteksi sebagai jawaban dari kebutuhan adanya deteksi dini terhadap risiko, sedangkan logika *fuzzy* merupakan solusi fungsi perhitungan nilai risiko dengan pertimbangan pembobotan pada kriteria risiko. Gambar 2.9 pada subbab G merupakan kerangka penilaian risiko yang dimiliki oleh *fuzzy*-FMEA yang mampu menjawab kebutuhan deteksi risiko dan menunjukkan kesesuaian dengan kerangka penilaian risiko yang diisyaratkan oleh PP No. 60 Tahun 2008. Hal ini tidak dapat dipenuhi oleh pedoman BPKP 2012 terkait penilaian risiko yang hanya mempertimbangkan aspek dampak dan probabilitas saja. *Fuzzy*-FMEA juga dirancang untuk mempertimbangkan bobot pada kriteria risiko (dampak, probabilitas, dan metode deteksi risiko) yang dapat memengaruhi nilai risiko. Bobot tersebut tidak dipertimbangkan dalam metode penilaian risiko pada pedoman BPKP, sedangkan bagian penjelasan dalam PP No. 60 Tahun 2008 menyebutkan bahwa penilaian risiko dapat dilakukan dengan metode kualitatif dan kuantitatif.

Fuzzy-FMEA merupakan metode penilaian risiko secara kualitatif. Penggunaan metode penilaian risiko kualitatif dianjurkan pada kondisi organisasi yang tidak dapat menggunakan metode kuantitatif dengan alasan sulit untuk melakukan kuantifikasi risiko pada organisasi nonprofit, seperti instansi pemerintah. Hal ini disebabkan karena adanya keterbatasan data atau informasi yang bersifat kuantitatif serta besarnya biaya yang dibutuhkan untuk melakukan penilaian risiko dalam kondisi keterbatasan anggaran. Terlepas dari kekurangan metode kualitatif yang dipengaruhi subjektivitas pihak penilai risiko, metode ini dapat digunakan untuk menggambarkan dampak risiko, melakukan pemeringkatan nilai risiko serta mengidentifikasi risiko internal dan eksternal, seperti yang dipersyaratkan Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008. Seperti sudah dijelaskan sebelumnya pada Bab 1 Subbab D



mengenai kelebihan *fuzzy*-FMEA, metode ini merupakan metode penilaian risiko kualitatif yang dapat menjadi solusi alternatif penilaian risiko di instansi pemerintah.

G. Perbandingan Kerangka Dasar Analisis Risiko Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008 dengan *Fuzzy-Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Secara umum, analisis risiko memiliki tujuan untuk mengidentifikasi potensi risiko yang dapat terjadi pada konteks tertentu untuk mencegah kegagalan sebelum terjadi. Analisis risiko menjadi isu penting karena adanya kebutuhan penjaminan mutu, pengendalian ketidaksesuaian serta pengendalian kegagalan terhadap produk maupun proses. Kegagalan pada produk atau proses diprediksi dapat memengaruhi kepuasan pelanggan dan pemborosan sumber daya yang dapat berujung pada kerugian secara finansial.

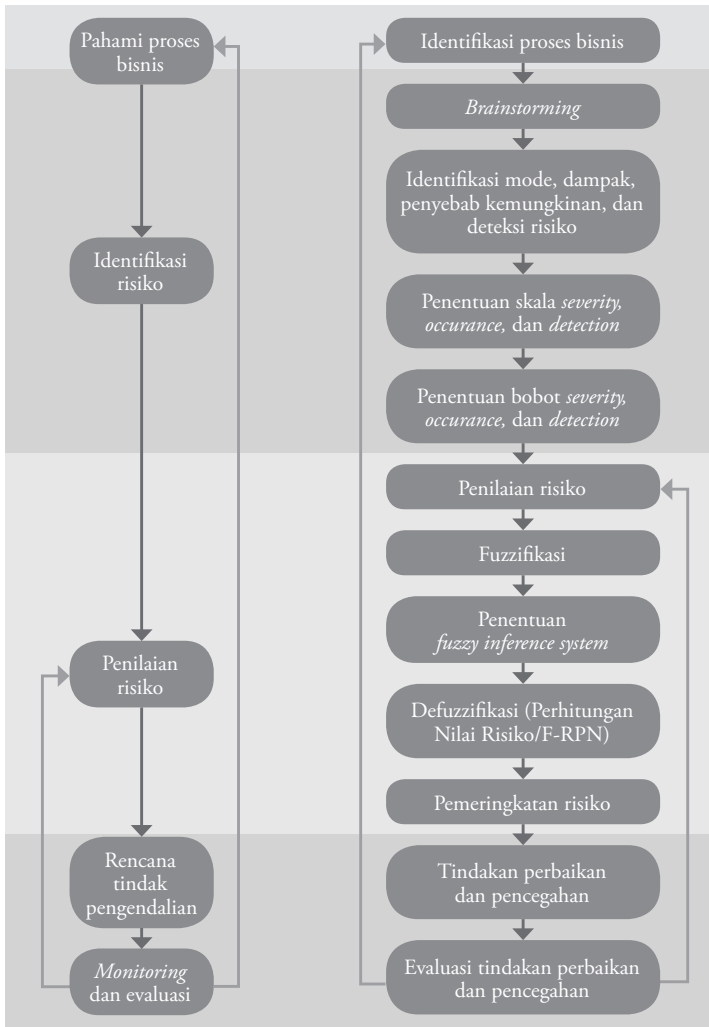
Salah satu metode analisis risiko yang dapat digunakan adalah *failure mode and effect analysis (FMEA)* (Chen dkk., 2014; Chen & Wu, 2013; Kurt & Ozilgen, 2013; McDermott dkk., 2009) yang sudah cukup banyak dibuktikan dan diaplikasikan dalam berbagai bidang. Fleksibilitas kerangka penilaiannya pun menjadikan FMEA dapat dimodifikasi sesuai konteks penerapan, misalnya pada konteks kesehatan disebut dengan *health failure mode and effect analysis (HFMEA)* yang merupakan modifikasi FMEA (DeRosier, Stalhandske, Bagian, & Nudell, 2002). McDermott dkk. (2009) menyebutkan FMEA juga dapat digunakan untuk menganalisis risiko pada desain, proses, komponen, dan alat. Terlepas dari kelebihan yang dimilikinya, metode FMEA banyak memperoleh kritik, di antaranya terkait dengan kelemahan pada skala pemeringkatannya (Kumru & Kumru, 2013; Chang & Cheng, 2010) dan kombinasi perkalian nilai S, O, dan D yang bisa menghasilkan kesamaan angka RPN seolah-olah prioritas risikonya sama untuk mode kegagalan yang berbeda (Chang dkk., 2013; Chang & Cheng, 2010; Seyed-Hosseini dkk., 2006). Hal

tersebut melahirkan metode integrasi antara FMEA dengan logika *fuzzy* yang diyakini dapat memperbaiki kelemahan pada skala penilaian FMEA yang biasa disebut *fuzzy*-FMEA (Silva, Gusmão, Poleto, Silva, & Costa, 2014; Mandal & Maiti, 2014; Kumru & Kumru, 2013; Jong dkk., 2013; Dinmohammadi & Shafiee, 2013; Chang & Cheng, 2010).

Perbandingan kerangka kerja analisis risiko dengan *fuzzy*-FMEA dan kerangka dasar penilaian risiko untuk penerapan SPIP menunjukkan adanya keselarasan di antara keduanya. Hal ini menawarkan solusi alternatif untuk memenuhi kebutuhan metode penilaian risiko di institusi pemerintah. Kerangka pengukuran risiko dengan *fuzzy*-FMEA dapat menjawab kebutuhan penilaian risiko pada penerapan SPIP. Karakteristik penilaian risiko dengan *fuzzy*-FMEA sesuai dengan kebutuhan analisis risiko dalam penerapan SPIP karena FMEA cukup memiliki fleksibilitas untuk diterapkan pada berbagai tingkatan proses atau kegiatan. *Fuzzy*-FMEA merupakan metode penilaian risiko kualitatif yang dapat mendeskripsikan nilai risiko dan menjelaskan potensi risiko, penyebab, dampak serta metode deteksinya. Metode ini dapat memenuhi tujuan analisis risiko yang diinginkan oleh PP No. 60 Tahun 2008, yaitu mengetahui potensi risiko dan dampaknya. Secara umum, FMEA memiliki kemampuan yang baik untuk peningkatan kualitas dan reliabilitas sistem sehingga integrasinya pun dapat dikatakan demikian karena berfungsi sama sebagai metode analisis risiko (Paciarotti dkk., 2014; Chang dkk., 2013; dan Chang & Sun, 2009). Selain itu, sebagai fungsi tindakan pengendalian, *fuzzy*-FMEA juga diharapkan memiliki kemampuan menurunkan potensi risiko serta mengembangkan tindakan perbaikan yang sama dengan metode FMEA tradisional. Perbandingan kerangka dasar pengukuran *fuzzy*-FMEA dengan kerangka dasar penilaian risiko berdasarkan PP No. 60 Tahun 2008 dapat dilihat pada Gambar 2.9.

Kerangka Dasar
Penilaian Risiko
PP No. 60 Tahun 2008

Kerangka Dasar Pengukuran Risiko
dengan *Fuzzy-Failure Mode and Effect
Analysis (Fuzzy-FMEA)*



Keterangan

→ Aliran masukan untuk *improvement*

Gambar 2.9 Perbandingan Kerangka Dasar Penilaian Risiko PP No. 60 Tahun 2008 dan Kerangka Kerja *Fuzzy-FMEA*

Gambar 2.9 menunjukkan perbandingan kerangka kerja analisis risiko dengan *fuzzy*-FMEA dan kerangka dasar penilaian risiko untuk penerapan SPIP. Hasil perbandingan pada Gambar 2.9 menunjukkan bahwa kerangka kerja *fuzzy*-FMEA dapat digunakan untuk penilaian risiko kualitatif dalam rangka memenuhi persyaratan penilaian risiko yang terdapat dalam PP No. 60 Tahun 2008. Pada Gambar 2.9 terlihat bahwa kebutuhan tahap awal penilaian risiko, yaitu pemahaman terhadap proses bisnis instansi pemerintah dapat dipenuhi dengan langkah identifikasi proses bisnis pada kerangka kerja FMEA. Identifikasi proses bisnis ini tentunya disesuaikan dengan ketentuan penataan tata laksana pemerintahan, sesuai Permenpan-RB Nomor 12 Tahun 2011. Tahapan kedua, yaitu identifikasi risiko dijelaskan secara lebih detail pada kerangka kerja *fuzzy*-FMEA. Tahap ini diawali dengan proses *brainstorming* terhadap proses bisnis yang akan dianalisis risikonya, kemudian melakukan identifikasi terhadap mode (jenis), dampak, kemungkinan, penyebab, dan metode deteksi risiko. Selanjutnya adalah menentukan skala penilaian risiko yang terdiri atas skala *severity* (S) yang menunjukkan tingkat keparahan dampak risiko, skala *occurrence* (O) yang menunjukkan tingkat kemungkinan terjadinya risiko, dan skala *detection* (D) yang menunjukkan tingkat kesulitan mendeteksi risiko. Langkah identifikasi risiko pada *fuzzy*-FMEA membantu memberikan gambaran detail mengenai langkah identifikasi risiko yang tidak dijelaskan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008. Setelah identifikasi risiko, tahapan dilanjutkan dengan penilaian risiko. Keluaran analisis risiko dengan *fuzzy*-FMEA adalah nilai F-RPN hasil fungsi *fuzzy* dari nilai dampak kegagalan (S), penyebab kegagalan (O), dan metode deteksi (D) yang kemudian digunakan untuk menentukan nilai prioritas risiko. Semakin besar nilai F-RPN, prioritas risiko semakin tinggi. Prioritas nilai F-RPN ini dijadikan sebagai dasar tindakan perbaikan dan pencegahan serta evaluasinya. Langkah-langkah tersebut selaras dengan kerangka dasar tahapan penilaian risiko, rencana tindak serta tahap pengawasan dan evaluasi

pada penilaian risiko dalam PP No. 60 Tahun 2008. Nilai F-RPN pada kerangka *fuzzy*-FMEA diukur kembali untuk melihat efektivitas tindakan pengendalian risiko dan menjadi bahan masukan perbaikan terhadap bisnis proses.

H. Kontekstualisasi *Fuzzy-Failure Mode and Effect Analysis* (*Fuzzy*-FMEA)

Metode *Fuzzy*-FMEA pada buku ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan penilaian risiko pada instansi pemerintah yang dipersyaratkan PP No. 60 Tahun 2008. Jika kita memandang *fuzzy*-FMEA sebagai sebuah sistem, metode atau alat baru yang akan diterapkan dalam sebuah organisasi, tentunya penting memperhatikan kesesuaiannya terhadap konteks organisasi (BSN, 2011). Jika kita pandang *fuzzy*-FMEA secara spesifik sebagai bagian dari manajemen risiko, SNI ISO 31000:2011 menyebutkan bahwa penting memperhatikan konteks organisasi yang akan menerapkan manajemen risiko sehingga sistem yang diterapkan dapat berjalan efektif.

Institusi pemerintah sebagai sebuah organisasi yang berada dalam struktur pemerintahan tentunya memiliki fungsi, tugas, tanggung jawab, dan wewenang yang ditetapkan berdasarkan peraturan perundangan. Instansi pemerintah secara umum dibentuk dalam rangka menjalankan tugas pemerintahan untuk menjamin kesejahteraan rakyat dengan menjalankan fungsi administratif dan substantif yang ditetapkan peraturan perundangan. Untuk itu, segala hal yang berkaitan dengan penjalanan fungsi institusi pemerintah dan sistem yang mendukungnya harus memenuhi persyaratan perundangan yang melekat pada instansi pemerintah. *Fuzzy*-FMEA merupakan sebuah sistem yang ditawarkan sebagai alternatif agar instansi pemerintah dapat menjalankan kewajibannya dalam melakukan penilaian risiko seperti yang diamanatkan PP No. 60 Tahun 2008. Kontekstualisasi *fuzzy*-FMEA terhadap karakteristik instansi pemerintah penting dilakukan untuk memastikan efektivitas

tas metode ini dalam penerapannya. *Fuzzy*-FMEA harus memenuhi persyaratan penilaian risiko yang ditetapkan pada Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008, kesesuaian *fuzzy*-FMEA berdasarkan konteks peraturan perundangan sudah dijelaskan sebelumnya pada Bab 2 Subbab G.

Selain konteks pemenuhan peraturan perundangan, aspek budaya, struktur organisasi, kompetensi sumber daya, dan anggaran juga merupakan aspek yang penting dipertimbangan untuk proses adopsi sistem atau metode tertentu dalam sebuah organisasi. Deshpande dan Webster (1989 dalam Ke & Wei, 2008) mendefinisikan budaya organisasi sebagai “*set of shared assumptions and understanding about organization functioning*”. Hung, Huang, Lin, dan Tsai (2005) serta Ke dan Wei (2008) menyebutkan budaya organisasi merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan penerapan sistem atau metode baru pada sebuah organisasi. Budaya organisasi terbukti secara signifikan berpengaruh positif terhadap keberhasilan penerapan sistem baru (Senarathna, Warren, Yeoh, & Salzman, 2014).

Cameron dan Quin (2006) membagi budaya ke dalam empat kategori besar berdasarkan nilai inti yang dimiliki organisasi dalam melakukan penilaian, yaitu *clan*, *adhocracy*, *hierarchy*, dan *market*. Tipe budaya *clan* adalah tipe budaya organisasi yang menganut pada sistem organisasi keluarga yang memiliki karakteristik seperti berbagi nilai dan tujuan, kompak, partisipatif, individualis, dan ada rasa kekitaan. Tipe budaya *adhocracy* merupakan tipe budaya organisasi yang paling responsif terhadap kondisi hiperturbulen yang bersifat temporal, spesialis, dan dinamis. Organisasi *adhocracy* memiliki keyakinan “*tents rather than palaces*” untuk menunjukkan fleksibilitas organisasi ini terhadap kondisi baru yang muncul. Kecepatan adaptasi, fleksibilitas, kreativitas pada kondisi ketidakpastian, ambigu, dan kelebihan informasi merupakan tujuan yang ingin dicapai organisasi dengan budaya *adhocracy*. Tipe budaya *hierarchy* merupakan budaya yang dilahirkan dari atribut klasik birokrasi yang diperkenalkan oleh Weber pada tahun 1947. Tipe



budaya ini cocok untuk organisasi yang ingin mewujudkan kondisi organisasi yang efisien, reliabel, kelancaran operasi, dan keluaran yang pasti. Organisasi yang menganut budaya ini dapat mencapai kesuksesannya jika menerapkan nilai-nilai kejelasan garis otoritas pengambilan keputusan, aturan, dan prosedur yang memiliki standarisasi serta memiliki mekanisme pengendalian dan akuntabilitas yang standar. Cameron dan Quinn (2006) menekankan bahwa organisasi dengan budaya ini disatukan oleh aturan dan kebijakan formal.

Berbeda dengan ketiga jenis budaya organisasi yang lainnya, tipe budaya *market* menyadarkan nilai organisasi pada biaya transaksi dalam rangka mencapai tujuan organisasi. Tipe budaya *market* bukan menjadikan organisasi berfungsi menjadi pemasaran, namun lebih kepada menjadikan organisasi adalah pasar itu sendiri. Organisasi yang menerapkan budaya ini fokus pada transaksi pemangku kepentingan internal, seperti pelanggan kontraktor, pemasok, regulator dan lainnya yang dilakukan untuk mencapai organisasi yang berdaya saing dan produktif. Profitabilitas dan memiliki basis pelanggan yang aman merupakan sasaran utama sebuah organisasi (Cameron dan Quinn, 2006).

Jika kita analisis instansi pemerintah dengan menggunakan pendekatan nilai yang ada pada keempat tipe budaya organisasi di atas, instansi pemerintah masuk ke dalam organisasi tipe *hierarchy*, terlihat dari peraturan dan struktur formal yang ada. Dalam beberapa kondisi, instansi pemerintah juga menerapkan tipe *adhocracy* dengan adanya kecenderungan pembentukan tim *ad hoc* yang dipilih untuk menghadapi permintaan perubahan baru pada organisasi, misalnya tim pengawas kegiatan, tim satgas SPIP atau kelompok kerja lain yang dibentuk dengan tujuan membantu pencapaian tujuan instansi pemerintah. Pada tipe *hierarchy* ini, tentunya penilaian risiko juga diharuskan memiliki prosedur dan aturan yang memiliki standar serta mengacu pada peraturan perundangan yang melekat pada instansi pemerintah. Kerangka penilaian risiko

fuzzy-FMEA berdasarkan hasil analisis (penjelasan lebih lanjut pada Bab 2 Subbab G) memiliki fleksibilitas yang cukup baik untuk diterapkan sesuai persyaratan PP No. 60 Tahun 2008 mengenai kewajiban penilaian risiko pada instansi pemerintah. Proses pelaksanaan penilaian risiko dengan *fuzzy*-FMEA juga dapat dilakukan oleh tim *ad hoc* dengan pimpinan instansi pemerintah sebagai penanggung jawab. Hal ini menyimpulkan bahwa *fuzzy*-FMEA sesuai untuk konteks instansi pemerintah.

Struktur organisasi juga berperan dalam proses adopsi sebuah sistem (Bayo-Moriones & Lera-López, 2007; Pierce & Delbecq, 1977). Struktur instansi pemerintah di Indonesia secara umum menerapkan struktur organisasi mekanistik yang merupakan organisasi dengan struktur kendali, otoritas, dan komunikasi hirarkis (Burns & Stalker, 1961 dalam Courtright, Fairhurst, & Rogers, 1989). Lai dan Guynes (1997) menyampaikan bahwa struktur organisasi organik lebih siap menerima perubahan, namun Williams (1994 dalam Lai & Guynes, 1997) menyatakan bahwa organisasi mekanistik cenderung lebih efisien dalam proses adopsi karena resistensi dari level manajemen tingkat bawah dapat dihindari jika manajemen senior atau puncak memiliki komitmen untuk mendukung adopsi. Moch dan Morse (1977 dalam Lai & Guynes, 1997) menyebutkan bahwa kesulitan pada organisasi mekanistik adalah kemauan manajemen senior untuk mengadopsi sistem baru. Jika jajaran manajemen senior atau puncak sudah mengambil keputusan adopsi, manajemen pada tingkat bawah secara otomatis akan mengikuti. Manajemen senior merupakan elemen yang bertanggung jawab sejak awal proses penentuan lingkup penilaian risiko, penentuan bobot kriteria risiko, pengendalian risiko ataupun evaluasi penerapan tindakan pengendalian risiko. Metode *fuzzy*-FMEA memberikan peran besar bagi manajemen senior dalam proses penilaian risiko. Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008 menyebutkan secara eksplisit bahwa penanggung jawab penilaian risiko adalah pimpinan instansi pemerintah, dan peran tersebut diakomodasi oleh metode *Fuzzy*-FMEA.



Salah satu area perubahan reformasi birokrasi adalah sumber daya manusia aparatur. Keluaran yang diharapkan dari area ini adalah tercapainya sumber daya manusia aparatur yang berintegritas, netral, kompeten, profesional, berkinerja tinggi, dan sejahtera. Proses rekrutmen yang profesional dan penetapan standar kompetensi setiap jabatan serta fungsi aparatur merupakan salah satu usaha mewujudkan hal tersebut. Instansi pemerintah menetapkan jenjang pendidikan aparatur minimal lulusan pendidikan tinggi (diploma dan sarjana) sebagai upaya pendorong terpenuhinya kualifikasi sumber daya manusia aparatur yang berkualitas. Pendidikan atau kemampuan dapat mendorong adopsi dan difusi inovasi (Raho, Belohlav, & Fiedler, 1987 dalam Lai & Guynes, 1997; Bayo-Morionesa & Lera-López, 2007) sehingga konteks kompetensi sumber daya manusia merupakan konteks yang penting diperhatikan dalam proses adopsi sebuah sistem atau metode baru dalam organisasi.

Data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan peningkatan jumlah aparatur instansi pemerintah berpendidikan tinggi yang semula pada tahun 2007 sebanyak 2.308.813 orang menjadi 3.116.733 orang pada tahun 2014, naik sekitar 35% atau sekitar 5 % pertahun (BPS, 2015). Jika dilihat presentasi kenaikan yang hanya 5% pertahun, jumlah tersebut dapat dikatakan cukup kecil. Namun, jika dilihat berdasarkan proporsi antara jumlah aparatur berpendidikan diploma dan sarjana dibandingkan aparatur berpendidikan sekolah dasar sampai SLTA, terjadi perubahan proporsi. Pada tahun 2007 perbandingannya 57%:43% menjadi 70%:30% pada tahun 2014. Jika melihat kondisi tersebut, terlihat upaya pemerintah meningkatkan profil kompetensi aparatur dalam rangka peningkatan kualitas layanan.

Metode *fuzzy*-FMEA merupakan metode penilaian risiko yang cukup kompleks, namun jika mempertimbangkan sumber daya aparatur yang dimiliki instansi pemerintah saat ini, tentu saja kompleksitas tersebut dapat diatasi. Kesulitan penerapan metode *fuzzy*-FMEA terletak terdapat pada proses analisisnya, tetapi proses



identifikasi risikonya memiliki prinsip yang sama dengan proses identifikasi risiko pada umumnya, termasuk metode yang diperkenalkan pada panduan BPKP. Penjelasan pada buku ini diharapkan dapat membantu langkah penerapan metode *fuzzy*-FMEA yang diharapkan dapat memastikan hasil analisis risiko yang dilakukan instansi pemerintah lebih presisi sehingga keputusan yang tepat dapat diambil oleh instansi pemerintah terkait risiko.

Dalam menjalankan fungsinya, instansi pemerintah tidak terlepas dari kebutuhan akan pemenuhan anggaran yang bersumber dari APBN, dan tidak dapat dipungkiri kondisi APBN Indonesia memiliki keterbatasan. Prioritas penggunaan anggaran ditentukan melalui proses pengambilan keputusan berdasarkan usulan pemerintah dan pertimbangan badan legislatif, yaitu Dewan Perwakilan Rakyat (DPR). Penyusunan anggaran harus sesuai dengan rencana kerja yang diusulkan pemerintah, salah satunya adalah reformasi birokrasi. Penilaian risiko merupakan salah satu unsur Sistem Pengendalian Intern Pemerintah (SPIP) yang ditujukan dalam rangka pengawasan dan jaminan akuntabilitas kinerja birokrasi yang dalam implementasinya membutuhkan unsur ketersediaan dana. Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008 memperbolehkan penilaian risiko dengan menggunakan metode kualitatif, semikuantitatif ataupun kuantitatif. Penekanan utamanya adalah pemenuhan persyaratan metode yang memiliki kemampuan pemeringkatan dan mampu melakukan identifikasi risiko faktor internal, eksternal serta faktor lainnya yang dapat meningkatkan risiko. *Fuzzy*-FMEA memiliki kemampuan tersebut. *Fuzzy*-FMEA merupakan metode penilaian risiko kualitatif yang dari segi biaya relatif murah dan dipandang lebih efisien untuk kondisi ABPN yang terbatas jika dibandingkan dengan metode penilaian risiko semikuantitatif dan metode kuantitatif. Selain itu, metode kualitatif juga cocok dipilih untuk organisasi yang berada pada tahap awal penerapan manajemen risiko dan memiliki keterbatasan untuk penyediaan informasi risiko yang bersifat kuantitatif. Kompleksitas penilaian risiko dengan metode ini tentunya lebih rendah diban-



dingkan dengan metode semikuantitatif maupun kuantitatif. ISO 9001:2015 menjelaskan bahwa dalam hal menangani risiko, organisasi harus melakukannya secara proporsional. Biaya dan sumber daya yang dikeluarkan untuk melakukan penilaian risiko harus lebih kecil dari manfaat yang akan diterima. Berdasarkan pemaparan tersebut, metode *Fuzzy*-FMEA secara substansi mampu memenuhi persyaratan peraturan perundangan dan lebih efisien dari segi anggaran.



BAB 3

Penilaian Risiko dengan *Fuzzy-FMEA*

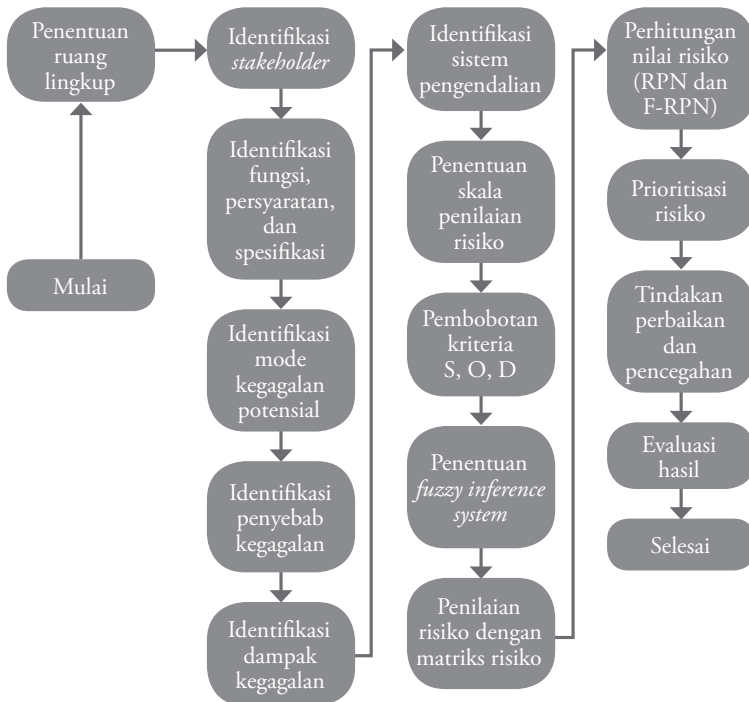
■ TUJUAN:

Setelah membaca bab ini, para pembaca diharapkan dapat:

1. Mengetahui tahapan penilaian risiko dengan *fuzzy-FMEA*.
2. Mengetahui langkah penentuan lingkup analisis.
3. Mengetahui langkah identifikasi pemangku kepentingan, fungsi, persyaratan, dan spesifikasi.
4. Mengetahui langkah identifikasi mode kegagalan, penyebab, dampak, dan sistem pengendaliannya.
5. Mengetahui langkah penentuan skala penilaian risiko dan pembobotan kriteria risiko.
6. Mengetahui langkah penentuan *fuzzy inference system*.
7. Mengetahui langkah penilaian risiko dengan matriks risiko.
8. Mengetahui langkah perhitungan nilai risiko dan pemeringkatan risiko.
9. Mengetahui langkah tindakan perbaikan dan pencegahan serta evaluasi hasil penilaian risiko.

A. Tahapan Penilaian Risiko dengan *Fuzzy*-FMEA

Proses penilaian risiko dengan *fuzzy*-FMEA terdiri atas 15 tahapan, yaitu tahapan penentuan ruang lingkup; identifikasi fungsi, persyaratan, dan spesifikasi; identifikasi mode kegagalan potensial; identifikasi penyebab kegagalan; identifikasi dampak kegagalan; identifikasi sistem pengendalian; penentuan skala penilaian risiko; pembobotan kriteria S, O, dan D; penentuan *fuzzy inference system*; penilaian risiko dengan matriks risiko; perhitungan nilai risiko (RPN dan F-RPN); prioritas risiko; tindakan perbaikan dan pencegahan; evaluasi hasil; dan evaluasi hasil. Tahapan tersebut dapat dilihat pada Diagram Alir Penilaian Risiko dengan *Fuzzy*-FMEA pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penilaian Risiko dengan *Fuzzy*-FMEA

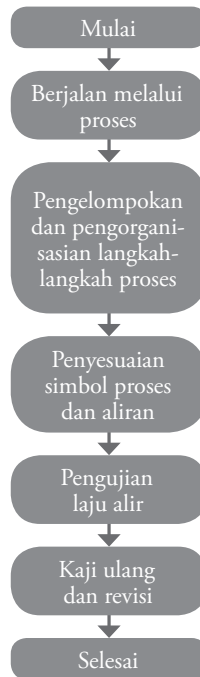
B. Penentuan Ruang Lingkup

Penentuan ruang lingkup analisis risiko merupakan langkah pertama yang harus dilakukan sebelum melangkah pada proses penilaian risiko. Lingkup analisis akan menjadi dasar sejauh mana analisis risiko akan dilakukan dan menentukan tujuan analisis risiko yang ingin dicapai agar proses penilaian risiko berjalan sesuai harapan. Penentuan lingkup analisis dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa perangkat pendukung, yaitu diagram alir, matriks hubungan, gambar, sketsa, skema, dan *bill of material*. Proses penentuan lingkup analisis dapat dilakukan dengan melakukan identifikasi proses bisnis yang akan dianalisis.

Salah satu faktor penentu efektivitas penilaian risiko suatu kegiatan adalah tingkat pemahaman tim penilai risiko mengenai proses bisnis yang akan dinilai. Proses bisnis ini menjadi acuan tim penilai risiko untuk memahami proses operasional yang terjadi dan bagaimana mencatat semua informasi yang relevan untuk kepentingan identifikasi dan analisis risiko. Identifikasi proses bisnis merupakan tahap lanjutan setelah penentuan lingkup analisis pada tahapan penilaian risiko yang merupakan tahap penting agar hasil penilaian risiko dapat menghasilkan daftar, status, dan peta risiko yang tepat. Pemahaman terhadap proses bisnis yang akan dinilai dapat menghasilkan suatu kertas kerja yang memuat informasi tentang alur, prosedur, formulir, instrumen pengendalian lainnya, dan informasi umum atas suatu kegiatan. Identifikasi proses bisnis juga penting dilakukan untuk memastikan seluruh tim penilai memiliki pandangan yang sama mengenai proses yang akan dinilai. Jika bisnis proses belum didefinisikan atau tidak tersedia, tim penilai risiko harus mendefinisikan proses yang akan dinilai risikonya, bahkan dapat meninjau langsung ke lapangan untuk memastikan proses bisnis yang berjalan jika diperlukan.

Secara umum, pembuatan proses bisnis lebih baik diawali dengan mengikuti alur proses secara bertahap saat proses tersebut berlangsung. Setiap langkah proses dilakukan secara berurutan dan

diperhatikan secara seksama serta dicatat atau direkam sesuai dengan kondisi nyata proses. Pada proses ini tim dapat meminta bantuan penanggung jawab proses jika ada proses detail yang ingin diketahui dan memastikan memiliki kesamaan pemahaman mengenai proses yang ditinjau. Langkah pembuatan proses bisnis dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Langkah Penyusunan Proses Bisnis

Pada langkah “berjalan melalui proses”, ada dua tahap yang dilakukan, yaitu melakukan identifikasi proses secara keseluruhan dan mencatatnya. Pengelompokan subproses ke dalam proses besar dan pengaturan langkah proses dengan urutan yang benar dilakukan pada langkah “pengelompokan dan pengorganisasian langkah-langkah proses”. Langkah “penyesuaian simbol proses dan aliran” merupakan penyesuaian aliran proses yang telah dibuat de-

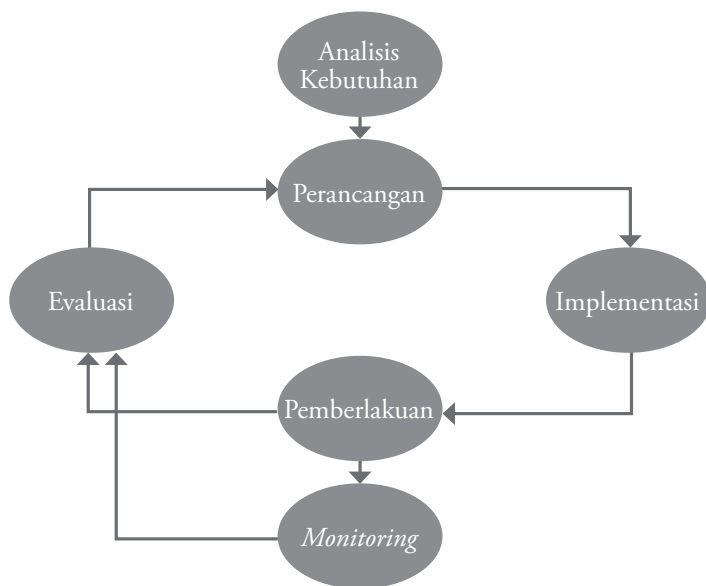
ngan simbol-simbol yang berlaku secara umum, kemudian melakukan pengecekan untuk memastikan tidak ada proses yang terlewat. Setelah ketiga proses sebelumnya sudah dilalui, hubungkan dengan anak panah untuk menentukan arah proses. Selanjutnya, “pengujian laju alir” merupakan simulasi proses sesuai dengan aliran proses yang dibuat. Langkah terakhir, melakukan revisi terhadap laju alir yang telah dibuat jika masih belum sesuai dengan kebutuhan proses yang sesungguhnya.

Langkah penyusunan proses bisnis pada Gambar 3.2 sesuai dengan pedoman Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan (BPKP) yang dituangkan dalam Perka BPKP Nomor PER-688/K/D4/2012. Pedoman ini menjelaskan bahwa bagi instansi pemerintah yang belum mempunyai Kebijakan *Standard Operating Procedure* (KSOP), tim penilaian dapat memperoleh informasi mengenai alur proses melalui wawancara, telaah dokumen, pengamatan, dan pendekatan lainnya yang dipandang perlu. Data yang diperoleh kemudian dituangkan menjadi sebuah bagan alir kegiatan dan pengendalian yang dilengkapi dengan narasinya. Bagan alir yang telah dibuat dapat dijadikan KSOP jika dilengkapi informasi yang mencakup anggaran, ruang lingkup, waktu, lokasi, masukan, keluaran, pihak terkait, ketentuan atau peraturan yang relevan, sarana dan prasarana terkait serta lampiran formulir dan instrumen lain yang diperlukan.

Penentuan proses bisnis atau tata laksana institusi pemerintahan mengacu pada Permenpan dan RB Nomor 12 Tahun 2011. Bisnis proses dibuat melalui serangkaian analisis dengan tujuan efisiensi dan efektivitas sistem, proses, dan prosedur kerja yang jelas, efektif, efisien, dan terukur pada setiap institusi pemerintah. Pembuatan proses bisnis ini harus memerhatikan visi, misi, dan sasaran strategis, tugas dan fungsi serta keluaran sebuah institusi pemerintah. Proses bisnis yang baik diharapkan dapat memperbaiki kinerja pelayanan publik secara signifikan.



Proses bisnis secara garis besar menurut Permenpan dan RB Nomor 12 Tahun 2011 didefinisikan sebagai “sekumpulan aktivitas kerja terstruktur dan saling terkait yang menghasilkan keluaran yang sesuai dengan kebutuhan pengguna”. Proses bisnis institusi pemerintah diwujudkan dalam bentuk SOP yang merupakan dokumen tertulis yang memuat prosedur kerja secara rinci, tahap demi tahap, dan sistematis. Siklus Penataan Tata Laksana (*business process*) menurut Permenpan dan RB No. 12 Tahun 2011 dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Sumber: Permenpan dan RB No.12 (2011)

Gambar 3.3 Siklus Penataan Tata Laksana (*Business Process*)

Operasi pembentukan proses bisnis diawali dengan melakukan analisis kebutuhan terkait kegiatan yang akan dibuat proses bisnisnya. Pada tahap kedua dilakukan perancangan dengan menggunakan pendekatan pemodelan proses dengan menggunakan prinsip dan manfaat proses bisnis yang dikehendaki, yaitu efektivitas dan efisiensi sistem. Pemodelan ini harus implementatif

dan diketahui keberhasilannya dengan melakukan pengujian atau simulasi yang kemudian baru dapat diberlakukan untuk kegiatan instansi. Instansi harus menyediakan infrastruktur pendukung berupa teknologi informasi yang memadai agar proses bisnis ini bisa berjalan. Proses bisnis yang sudah berjalan dipantau dan secara berkelanjutan dievaluasi keandalannya.

Agar diperoleh data yang tepat pada penyusunan proses bisnis maka dapat digunakan metode pengambilan data sebagai berikut.

1) *Focus Group Discussion* (FGD)

Irwanto (2006) mendefinisikan FGD adalah “suatu proses pengumpulan data dan informasi yang sistematis mengenai suatu permasalahan tertentu yang sangat spesifik melalui diskusi kelompok”. FGD dipilih karena memiliki kelebihan, yaitu narasumber dapat lebih terbuka dan merasa dipercaya serta dipahami sehingga akan diperoleh data yang lebih mendalam. Selain itu, adanya peluang diskusi yang lebih intensif dan tidak kaku dalam membahas isu-isu yang sangat spesifik.

2) Wawancara

Wawancara adalah “proses memperoleh keterangan untuk tujuan penelitian dengan cara tanya jawab, sambil bertatap muka antara si pewawancara dan responden dengan menggunakan alat yang disebut panduan wawancara” (Nazir, 2011, 193). Dalam sebuah penelitian, wawancara dilakukan untuk menggali data dan informasi yang dibutuhkan mengenai hal-hal yang berkaitan dengan topik penelitian.

Wawancara bisa dilakukan dengan dua pendekatan, yaitu wawancara terstruktur dan tidak terstruktur. Wawancara terstruktur dilakukan jika sudah diketahui informasi yang ingin diperoleh dan sudah mempersiapkan pedoman wawancara berisi kemungkinan pertanyaan yang akan ditanyakan. Wawancara tidak terstruktur merupakan proses wawancara yang dilakukan tanpa menggunakan pedoman wawancara yang



sistematis dan biasanya hanya berupa garis besar permasalahan yang ingin diketahui.

3) Observasi

Observasi adalah proses pengumpulan data primer dalam penelitian ilmiah dengan melakukan pencatatan informasi mengenai subjek, objek pelaksanaan suatu kegiatan atau serangkaian kegiatan dalam rentang waktu tertentu, tanpa adanya komunikasi dengan individu yang diteliti (Indriantoro dan Supomo, 1999). Observasi dapat dilakukan dalam beberapa cara, yaitu observasi secara langsung (*direct observation*), observasi terhadap perilaku dan lingkungan sosial, observasi mekanik, ataupun dengan observasi terhadap dokumen.

C. Identifikasi Pemangku Kepentingan (*Stakeholder*)

Proses penentuan pemangku kepentingan merupakan langkah kedua dari proses penilaian risiko. Proses analisis pemangku kepentingan harus dilakukan untuk mengetahui pihak mana yang akan mengalami kerugian, berpotensi menerima dampak kegagalan atau pihak yang mengalami risiko. Pada konteks ini, yang dimaksud dengan pemangku kepentingan adalah pelanggan atau pengguna akhir, pemasok, termasuk di dalamnya pemerintah yang terkait dengan lingkup analisis risiko. Identifikasi pemangku kepentingan ini bermanfaat karena pengetahuan mereka mengenai lingkup risiko (proses atau produk) penting untuk membantu mendefinisikan fungsi, persyaratan, dan spesifikasi proses atau produk yang akan dianalisis.

Pemangku kepentingan merupakan pihak yang akan terkena dampak, baik langsung maupun tidak langsung, dari kegagalan yang terjadi. Mereka dapat membantu memberikan ukuran dampak kerugian yang akan dialami jika kegagalan terjadi dan menjadi salah satu parameter penentu tujuan analisis risiko. Proses identifikasi pemangku kepentingan dapat dilakukan dengan

melakukan kajian pada proses bisnis yang akan dianalisis nilai risikonya.

D. Identifikasi Fungsi, Persyaratan, dan Spesifikasi

Proses identifikasi fungsi, persyaratan, dan spesifikasi dilakukan untuk mengklarifikasi tujuan dari desain (analisis risiko produk) dan tujuan proses (analisis risiko proses). Langkah ini juga merupakan langkah awal sebelum memulai melakukan identifikasi mode kegagalan potensial. Langkah awal identifikasi bisa dilakukan dengan mengkaji secara bertahap, baik produk (desain produk) maupun proses (melihat bisnis proses) yang akan dianalisis risikonya. Identifikasi fungsi, persyaratan, dan spesifikasi pada dasarnya bertujuan untuk menentukan sumber mode kegagalan potensial pada produk atau proses yang termasuk dalam lingkup analisis.

Identifikasi fungsi biasanya dilakukan secara bertahap pada setiap proses atau elemen produk. Persyaratan proses maupun produk menjadi data pendukung yang dapat menjadi acuan ketika proses atau produk tidak memenuhi persyaratan; kondisi tersebut juga bisa dikatakan mode kegagalan. Jika analisis risiko dilakukan untuk desain produk, spesifikasi teknis menjadi acuan untuk menentukan mode kegagalan. Jika elemen pada produk yang mengalami penyimpangan dari spesifikasinya, kondisi munculnya hal tersebut dapat dikatakan sebagai mode kegagalan desain produk tersebut. Segala bentuk penyimpangan pada fungsi, persyaratan, dan spesifikasi, baik produk maupun proses, dapat menjadi sumber potensial risiko kegagalan.

E. Identifikasi Mode Kegagalan Potensial

Mode kegagalan merupakan kondisi di mana produk maupun proses tidak dapat memenuhi persyaratan proses atau desain yang dapat bersumber dari dampak kegagalan proses sebelumnya dan penyebab kegagalan pada proses berikutnya. Kegagalan dapat dikategorikan ke dalam empat jenis kegagalan, yaitu proses atau

produk tidak berfungsi secara total atau tidak dapat dioperasikan; tidak memenuhi spesifikasi secara keseluruhan; memenuhi spesifikasi, tetapi tidak dapat berfungsi penuh karena ada pengaruh faktor luar, misalnya suhu, kelembaban, dan lingkungan; dan mengalami kegagalan interaksi proses atau elemen produk setelah integrasi.

Mode kegagalan juga dapat digambarkan sebagai kondisi bagaimana kegagalan alat atau proses muncul atau berasal. Kegagalan bisa muncul pada kondisi ketika operasi tidak dapat dijalankan sebagaimana mestinya atau saat operasi tidak dapat dihentikan. Kegagalan dapat muncul juga ketika operasi yang dilakukan melebihi kapasitas (*overload*). Selain itu, kegagalan juga dapat terjadi jika produk atau proses digunakan atau dioperasikan pada kondisi ini pada saat produk atau proses masih belum dapat digunakan secara stabil.

F. Identifikasi Penyebab Kegagalan

Penyebab kegagalan merupakan sebab terjadinya kegagalan, baik pada proses maupun produk. Penyebab kegagalan merupakan alasan suatu proses atau produk tidak dapat berfungsi atau beroperasi sesuai yang dikehendaki. Komponen penyebab kegagalan dapat dari berbagai sumber, di antaranya adalah kesalahan pengoperasian atau penggunaan alat (*method*), ketidakcakapan operator atau pengguna produk terhadap persyaratan yang melekat pada produk atau proses (*man*) atau kinerja mesin tidak sesuai (*machine*). Selain itu, penyebab lain yang dapat menyebabkan kegagalan, misalnya kondisi lingkungan atau masukan atau bahan yang digunakan pada proses atau produk.

Identifikasi penyebab kegagalan penting dilakukan untuk mengetahui akar permasalahan yang sebenarnya sehingga ada ketepatan tindakan perbaikan dan pencegahan atas kegagalan tersebut. Identifikasi penyebab kegagalan dapat dibantu dengan pendekatan akar masalah (*root cause analysis*) dan metode yang umum dipakai

untuk mengetahui penyebab, misalnya *cause and effect matrix* dan *fishbone diagram*.

G. Identifikasi Dampak Kegagalan

Dampak kegagalan adalah efek yang ditimbulkan karena adanya kegagalan, baik pada proses maupun produk yang dirasakan oleh pihak pengguna (*end user*) ataupun pemangku kepentingan yang terkait dengan produk atau proses. Dampak kegagalan ini juga dapat dirasakan, baik oleh pelanggan internal maupun eksternal. Pelanggan internal adalah pihak atau elemen yang terkait secara langsung pada proses atau produk, sedangkan pelanggan eksternal adalah pengguna akhir dari proses atau pun produk. Contoh dampak kegagalan, misalnya rasa sakit yang dialami oleh pelanggan akibat kesalahan penggunaan produk atau kerugian yang dialami perusahaan akibat produk yang dibuat cacat.

Identifikasi dampak tidak dapat dipisahkan dari identifikasi mode kegagalan sehingga baru dapat dilakukan jika sudah diketahui mode kegagalannya. Dampak kegagalan secara umum dapat dikategorikan ke dalam lima kategori, yaitu tidak signifikan, minor, moderat, mayor, dan katastrofik. Dampak ini dapat diukur dengan menggunakan beberapa metode, salah satunya adalah *value at risk* yang digunakan untuk mengetahui dampak jika diketahui data historik dampak yang sama yang pernah terjadi sebelumnya. Biasanya dampak kerugian dikonversi ke dalam bentuk rupiah. Ukuran dampak juga dapat dinyatakan berdasarkan pengaruhnya terhadap kesehatan manusia, misalnya apakah dampak kegagalan ini dapat menyebabkan meninggal dunia atau kondisi kritis. Ukuran dampak lainnya juga bisa dilihat terhadap ukuran lingkungan, misalnya tingginya pencemaran limbah perairan dan lain-lain. Pada dasarnya ukuran dampak ini bergantung pada lingkup analisis risikonya itu sendiri dan pihak yang terkait atau dirugikan dengan adanya kegagalan yang terjadi. Pada analisis dengan *fuzzy-FMEA*

tingkat keparahan dampak yang terjadi karena kegagalan merupakan kriteria *severity* yang dinotasikan dengan huruf S.

H. Identifikasi Sistem Pengendalian

Sistem pengendalian atau alat deteksi kegagalan merupakan sebuah cara yang digunakan untuk mendeteksi, baik kegagalan yang sudah terjadi maupun mencegah kegagalan terjadi. Sistem kendali atau deteksi kegagalan penting didefinisikan dengan jelas agar kegagalan dapat diketahui dan dikendalikan sejak awal. Sistem kendali ini dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu kendali untuk pencegahan dan kendali deteksi. Kendali pencegahan bertujuan untuk menghilangkan penyebab kegagalan juga mengurangi probabilitas kegagalan itu terjadi, sedangkan kendali deteksi berfungsi untuk mengetahui mode dan penyebab kegagalan sehingga dapat segera dilakukan tindakan perbaikan.

McCaffrey dan Hagg-Rickert (2009) menjelaskan ada beberapa langkah atau teknis dalam rangka mengendalikan risiko kegagalan. Teknik pertama adalah penghindaran dari paparan (*exposure avoidance*) yang digunakan untuk menghilangkan kegagalan mendekati titik nol. Teknik ini dipilih karena risiko kegagalan sangat serius dan hanya efektif jika dihindari, bukan hanya dikurangi atau dipindahkan. Teknik ini dilakukan dengan menghilangkan aktivitas tertentu yang berisiko. Teknik kedua adalah pencegahan kerugian (*loss prevention*), yaitu teknik pengendalian dengan mencegah kemungkinan kerugian dan memfokuskan pada penurunan jumlah kerugian yang terjadi atau penekanan frekuensi kejadian kerugian karena kegagalan. Tindakan yang dapat dilakukan, misalnya dengan mengkaji ulang prosedur kerja maupun pelatihan staf atau operator pelaksana proses.

Teknik ketiga adalah pengurangan kerugian (*loss reduction*), yaitu metode yang fokus pada pengurangan keparahan dampak yang dialami karena terjadinya kegagalan. Metode ini juga menekankan pada pengambilan tindakan agar dampak yang ditim-

bulkan dari kegagalan tidak semakin parah dan menimbulkan kerugian yang lebih besar, baik finansial maupun sosial. Teknik keempat, yaitu pemisahan paparan kerugian (*segregation of loss exposure*), merupakan teknik pengendalian kegagalan dengan melakukan pemisahan atau isolasi terhadap kegagalan sehingga kegagalan tidak berdampak pada elemen atau proses yang lain. Teknik kelima adalah pengalihan (*non-insurance transfer*), yaitu teknik pengalihan kerugian karena kegagalan dengan memindahkan tanggung jawab kepada pihak lain, misalnya asuransi.

I. Penentuan Skala Penilaian Risiko

Berka (1983) menyebut skala secara umum sebagai standar atau ukuran, sedangkan Rossi (2014, 45) mendefinisikan skala sebagai “serangkaian objek standar yang nilainya telah ditetapkan dengan benar”. Skala secara sederhana dapat dilihat sebagai titik tanda yang terdapat pada sebuah alat ukur yang memiliki kesamaan jarak. Skala biasanya digunakan untuk mengukur atau menentukan tingkatan atau banyaknya sesuatu. Sama halnya dengan pengukuran yang lain, pengukuran atau penilaian risiko juga membutuhkan skala. Skala dalam penilaian risiko ada tiga, yaitu skala keparahan dampak kegagalan (*severity*), skala kemungkinan terjadinya kegagalan (*occurrence*), dan skala tingkat kemudahan/kesulitan metode deteksi dalam mendeteksi kegagalan (*detection*), dengan rentang nilai dari 1 sampai dengan 10. Tahapan penentuan skala dalam pengukuran atau penilaian risiko merupakan tahap penting yang tidak boleh terlewat.

Data yang diukur pada penilaian risiko dengan *fuzzy*-FMEA adalah data kualitatif. Nazir (2011) menjelaskan bahwa penting untuk memperhatikan teknik penentuan skala dengan benar pada pengukuran dengan data yang bersifat kualitatif. Goods dan Hatt (1952 dalam Nazir, 2011) menyatakan bahwa skala penilaian risiko ini harus dapat mengubah semua fakta kualitatif menjadi suatu urutan kuantitatif. Skala yang digunakan dalam penilaian risiko adalah skala pemeringkatan (*rating*). Nazir (2011) mengungkap-



kan jika penilaian risiko dengan skala hanya dilakukan oleh satu orang, penilaian tersebut dianggap tidak reliabel. Contoh skala dapat dilihat pada Tabel 2.1 sampai dengan Tabel 2.3 dalam Bab 2 Subbab C. Skala tersebut merupakan skala nilai tegas yang akan diubah menjadi variabel frekuensi kejadian (O) pada saat pengolahan nilai risiko dengan *fuzzy*-FMEA. Penjelasan mengenai skala pengukuran dalam bentuk variabel linguistik dijelaskan lebih lanjut pada Subbab K dalam bab ini.

J. Pembobotan Kriteria Risiko S, O, dan D

Pembobotan terhadap kriteria risiko, yaitu S, O, dan D dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui besarnya pengaruh kriteria risiko pada konteks risiko yang akan dinilai. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk pembobotan adalah metode *hierarchy analytical process* (AHP). Metode yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 1970 ini merupakan salah satu metode pengambilan keputusan yang sudah umum digunakan. Metode ini adalah sebuah kerangka pengambilan keputusan terkait persoalan yang kompleks yang bertujuan untuk menentukan pilihan terbaik dari beberapa alternatif yang dapat diambil. Metode AHP dapat menyederhanakan dan mempercepat proses pengambilan keputusan dengan menentukan masalah terlebih dahulu dan memiliki pengetahuan untuk memecahkan masalah tersebut, kemudian membuat struktur hierarki dari masalah tersebut. AHP dapat memberikan nilai frekuensi kejadian pada pertimbangan subjektif tentang pentingnya tiap variabel yang akan dipilih, kemudian menyintesis berbagai pertimbangan ini untuk menetapkan variabel yang memiliki prioritas paling tinggi.

Suryadi dan Ramdhani (1998) menyampaikan bahwa ada dua tahapan utama yang harus dilakukan untuk menggunakan metode ini, yaitu menyusun hierarki permasalahan dan menentukan prioritas elemen dengan membuat perbandingan berpasangan, mengisi matriks perbandingan berpasangan serta melakukan sintesis terha-

dap hasil nilai perbandingan pada matriks. Skala penilaian bobot pada AHP dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Skala Penilaian Bobot

Nilai	Definisi	Penjelasan
1	Sama penting	Dua variabel menyumbang sama besar pada sifat itu.
3	Sedikit lebih penting	Pengalaman dan pertimbangan sedikit menyokong satu variabel atas yang lainnya.
5	Jelas lebih penting	Pengalaman dan pertimbangan dengan kuat menyokong satu variabel atas variabel lainnya.
7	Sangat jelas lebih penting	Satu variabel dengan kuat disokong dan dominannya telah terlihat dalam praktik.
9	Mutlak lebih penting	Bukti yang menyokong variabel yang satu atas variabel lainnya memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan.
2,4,6,8	Nilai-nilai di antara dua pertimbangan yang berdekatan	Kompromi diperlukan antara dua pertimbangan.

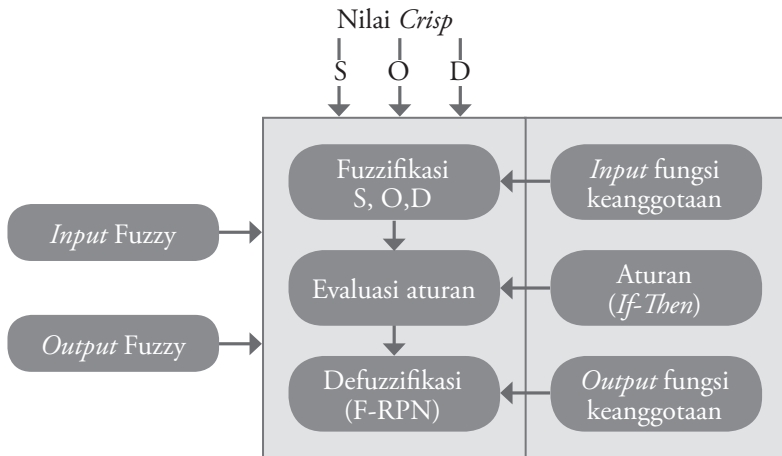
Sumber: Saaty (1993)

K. Penentuan *Fuzzy Inference System*

Fuzzy inference system (FIS) adalah sistem komputasi yang bekerja atas dasar prinsip logika *fuzzy* yang terdiri atas antarmuka fuzzifikasi, dasar aturan, basis data, unit pengambilan keputusan serta antarmuka defuzzifikasi (Sivanandam dkk., 2007). FIS dalam FMEA digunakan sebagai sistem pendukung keputusan yang membantu pengolahan nilai risiko metode FMEA untuk mengetahui nilai risiko prioritas. Pada FIS FMEA, nilai-nilai tegas S, O, dan D dikonversikan oleh unit fuzzifikasi ke nilai *fuzzy* yang sesuai. Hasil pengukuran S, O, dan D yang telah melalui proses fuzzifikasi tersebut, kemudian diproses kembali oleh unit penalaran dengan menggunakan unit basis pengetahuan dan menghasilkan himpunan (himpunan-himpunan) *fuzzy* sebagai keluarannya. Langkah terakhir dikerjakan oleh unit defuzzifikasi, yaitu menerjemahkan semua himpunan keluaran itu ke dalam nilai F-RPN yang tegas. Struktur



dasar inferensi *fuzzy* untuk analisis risiko *fuzzy*-FMEA dan penjabarannya dapat dilihat pada Gambar 3.4.

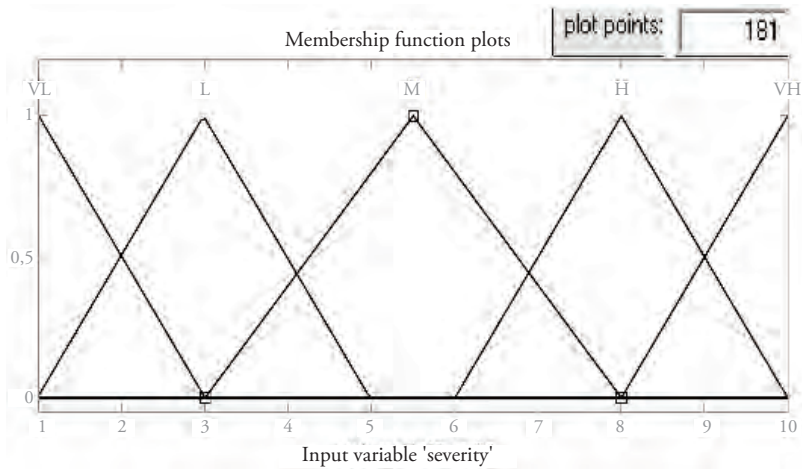


Gambar 3.4 Struktur *Fuzzy Inference System* untuk *Fuzzy*-FMEA

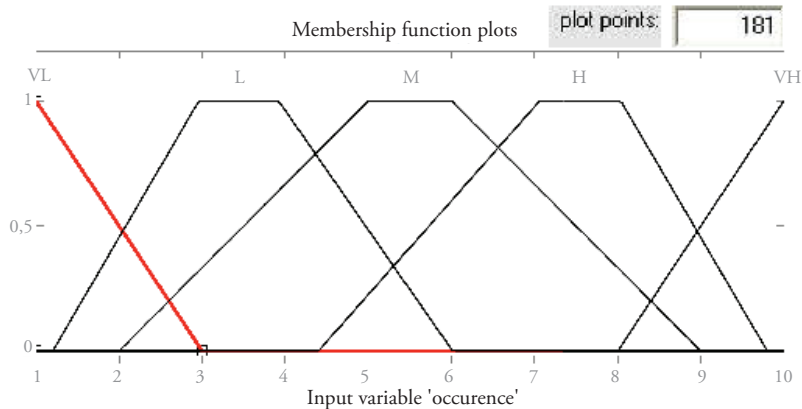
1) Fuzzifikasi Variabel S, O, dan D

Proses fuzzifikasi merupakan proses mengubah variabel non *fuzzy* S, O, dan D (variabel numerik) menjadi variabel *fuzzy* (variabel linguistik). Pada konteks analisis risiko, skala 1 sampai dengan 10 yang dimiliki oleh kriteria risiko S, O, dan D diubah ke dalam variabel linguistik *very low*, *low*, *moderate*, *high*, dan *very high*. Sistem inferensi *fuzzy* bekerja berdasarkan aturan dan masukan *fuzzy*. Langkah pertama adalah mengubah masukan tegas (*crisp*) S, O, dan D menjadi masukan *fuzzy* S, O, dan D yang dilakukan oleh unit fuzzifikasi. Untuk setiap variabel masukan S, O, dan D, fungsi fuzzifikasi (*fuzzification function*) ditentukan untuk mengubah variabel masukan tegas S, O, dan D menjadi nilai pendekatan *fuzzy*. Fungsi fuzzifikasi dibuat berdasarkan hasil pembobotan yang diperoleh dari proses pembobotan S, O, dan D dengan AHP. Proses fuzzifikasi dapat dilakukan setelah menentukan fungsi

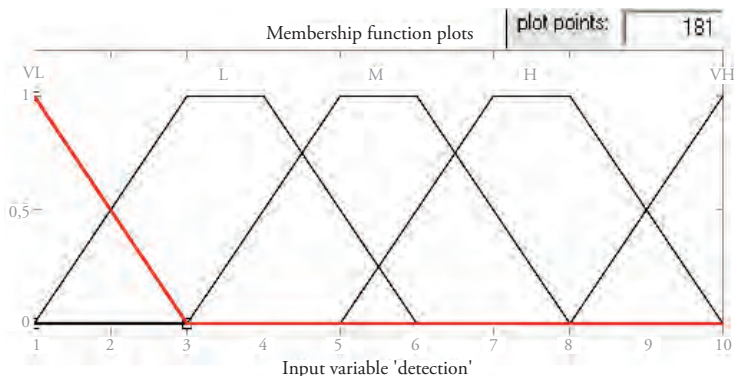
masukan S, O, dan D. Contoh fungsi masukan (*input*) dapat dilihat pada Gambar 3.5 sampai dengan Gambar 3.7.



Gambar 3.5 Fungsi Keanggotaan *Input Severity*



Gambar 3.6 Fungsi Keanggotaan *Input Occurrence*



Gambar 3.7 Fungsi Keanggotaan *Input Detection*

2) Evaluasi Aturan

Evaluasi aturan menggambarkan pengetahuan para ahli mengenai interaksi antara masukan nilai S, O, dan D dan keluaran nilai risikonya (F-RPN) yang direpresentasikan dalam aturan jika-maka logika *fuzzy*. Aturan ini biasanya dideskripsikan dalam bentuk kemungkinan, misalnya jika nilai S adalah *very low*, nilai O adalah *very low*, dan nilai D adalah *very low* maka nilai keluarannya adalah *none*. Evaluasi aturan dapat dilakukan setelah menentukan aturan jika-maka yang akan menghubungkan masukan dengan keluaran.

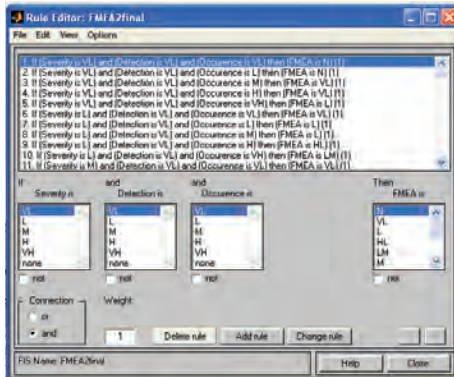
Penggunaan aturan jika-maka pada logika *fuzzy* memungkinkan pertimbangan yang menyeluruh dari setiap aspek yang dapat berpengaruh dalam pengambilan keputusan. Semakin banyak faktor yang dipertimbangkan, semakin banyak aturan yang harus dibuat dan membutuhkan seorang ahli atau tim ahli yang memiliki pengetahuan tentang hal yang akan diputuskan untuk menetapkan aturan tersebut. Jumlah ahli tergantung pada jumlah kepakaran yang dibutuhkan. Pembuatan aturan jika-maka akan lebih mudah jika dibuat dalam bentuk matriks yang memuat semua kemungkinan yang terjadi dan keputusan yang diharapkan. Tabel 3.2 menunjukkan contoh matriks untuk pembuatan aturan jika-maka dari suatu

pengambilan keputusan dalam produksi barang dengan setiap anteseden (*input*) dan konsekuen (*output*) memiliki tiga tingkat, yaitu rendah, sedang, dan tinggi.

Tabel 3.2 Contoh Matriks Pembuatan Aturan Jika-Maka

No.	Anteseden 1: Permintaan	Anteseden 2: Persediaan	Konsekuen 1: Produksi
1.	Rendah	Tinggi	Rendah
2.	Rendah	Sedang	Rendah
3.	Rendah	Rendah	Rendah
4.	Sedang	Tinggi	Rendah
5.	Sedang	Sedang	Sedang
6.	Sedang	Rendah	Sedang
7.	Tinggi	Tinggi	Tinggi
8.	Tinggi	Sedang	Tinggi
9.	Tinggi	Rendah	Tinggi

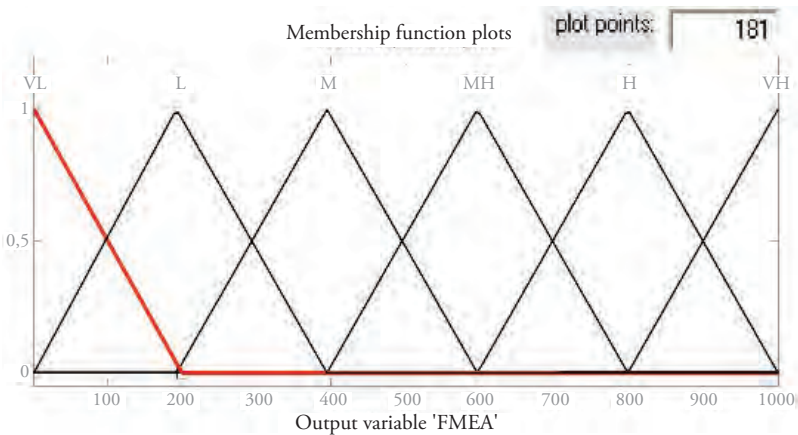
Aturan pertama dari Tabel 3.2 menyatakan bahwa jika jumlah permintaan rendah dan persediaan tinggi maka produksi rendah. Bagian dari tabel yang sangat membutuhkan keahlian adalah penentuan konsekuen (*output*). Dengan menggunakan metode matriks ini, kesalahan duplikasi aturan maupun aturan yang terlewat dapat dihindari. Contoh aturan jika-maka dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Contoh Aturan *If-Then* Fuzzy-FMEA

3) Unit Defuzzifikasi (F-RPN)

Unit defuzzifikasi digunakan untuk menghasilkan nilai F-RPN yang diinginkan dari suatu daerah hasil konsekuen *fuzzy* yang dibentuk dari keluaran nilai S, O, dan D pada area fungsi keanggotaan keluaran. Sistem inferensi *fuzzy*-FMEA hanya dapat membaca nilai yang tegas sehingga diperlukan suatu mekanisme untuk mengubah nilai *fuzzy* keluaran RPN itu menjadi nilai tegas F-RPN. Oleh karena itu, fungsi utama dari unit defuzzifikasi adalah memuat fungsi-fungsi penegasan dalam sistem inferensi *fuzzy*-FMEA. Fungsi keluaran ini berfungsi mengubah variabel keluaran *fuzzy* menjadi variabel nilai tegas kembali. Fungsi keluaran menunjukkan hubungan variabel linguistik dengan nilai tegasnya. Contoh fungsi keluaran *fuzzy*-FMEA dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Fungsi Keanggotaan *Output*

Berdasarkan Gambar 3.9 dapat diuraikan konversi dari variabel keluaran *fuzzy* menjadi variabel keluaran nilai tegas. Interpretasi Gambar 3.9 dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Interpretasi Fungsi Keanggotaan *Output*

No.	Variabel <i>Output</i> Linguistik	Variabel <i>Output</i> Crisp
1	<i>Very low</i>	$f(x;1,1,200)$
2	<i>Low</i>	$f(x;1,200,400)$
3	<i>Medium</i>	$f(x;200,400,600)$
4	<i>Medium high</i>	$f(x;400,600,800)$
5	<i>High</i>	$f(x;600,800,1000)$
6	<i>Very high</i>	$f(x;800,1000,1000)$

Berdasarkan Tabel 3.3 diperoleh penjelasan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

- 1) Kategori *very low* (VL)

$$f(x;1,1,200) = \begin{cases} 1 & x < 1 \\ (200-x)/(200-1) & 1 \leq x \leq 200 \\ 0 & x \geq 200 \end{cases}$$

- 2) Kategori *low* (L)

$$f(x;1,200,400) = \begin{cases} 0 & x < 1 \\ (x-1)/(200-1) & 1 \leq x \leq 200 \\ (400-x)/(400-200) & 200 \leq x \leq 400 \\ 0 & x \geq 400 \end{cases}$$

- 3) Kategori *medium* (M)

$$f(x;200,400,600) = \begin{cases} 0 & x < 200 \\ (x-200)/(400-200) & 200 \leq x \leq 400 \\ (600-x)/(600-400) & 400 \leq x \leq 600 \\ 0 & x \geq 600 \end{cases}$$

- 4) Kategori *medium high* (MH)

$$f(x;400,600,800) = \begin{cases} 0 & x < 400 \\ (x-400)/(600-400) & 400 \leq x \leq 600 \\ (800-x)/(800-600) & 600 \leq x \leq 800 \\ 0 & x \geq 800 \end{cases}$$

- 5) Kategori *high* (H)

$$f(x;600,800,1000) = \begin{cases} 0 & x < 600 \\ (x-600)/(800-600) & 600 \leq x \leq 800 \\ (800-x)/(1000-800) & 800 \leq x \leq 1000 \\ 0 & x \geq 1000 \end{cases}$$

6) Kategori *very high* (VH)

$$f(x;800,1000,1000) = \begin{cases} 0 & x < 800 \\ (x-800)/(1000-800) & 800 \leq x \leq 1000 \\ 1 & x \geq 1000 \end{cases}$$

L. Penilaian Risiko dengan Matriks Risiko

Tahapan selanjutnya setelah menentukan sistem inferensi *fuzzy* adalah melakukan penilaian risiko dengan matriks risiko. Matriks risiko ini diperoleh dari hasil identifikasi mode kegagalan, dampak kegagalan, penyebab, dan metode deteksi kegagalan. Matriks ini dibuat untuk mengetahui nilai kriteria risiko S, O, dan D untuk setiap mode kegagalan yang ada. Nilai S, O, dan D dari matriks ini diperoleh dari skala S, O, dan D (lihat Tabel 2.1 sampai dengan Tabel 2.3) yang kemudian akan digunakan sebagai masukan nilai pada sistem inferensi *fuzzy* untuk memperoleh nilai F-RPN atau nilai risiko prioritas yang diolah dengan fungsi *fuzzy*. Ilustrasi matriks risiko ini dapat dilihat pada Gambar 3.10, sedangkan matriks lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

ID	Elemen dan Fungsi	Mode Kegagalan	Dampak Kegagalan	Severity (S)	Penyebab Kegagalan	Occurrence (O)	Metode Pengendalian	Metode Deteksi	Detection (D)	RPN

Gambar 3.10 Matriks Penilaian Risiko

Nilai masukan S, O, dan D yang diperoleh dari matriks risiko dikonversi ke dalam kategori variabel keluaran. Jika nilai tegas

dari skala 1 sampai dengan 10 pada fungsi keanggotaan masukan S, O, dan D diubah ke dalam lima kategori variabel linguistik, nilai yang diperoleh untuk setiap kriteria S, O, dan D pada setiap mode kegagalan akan dikonversi ke dalam lima kategori variabel keluaran tersebut. Ilustrasi konversi variabel nilai tegas skala 1 sampai dengan 10 menjadi variabel linguistik lima kategori dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Konversi Skala *Crisp* Menjadi Linguistik

No.	Skala <i>Crisp</i>	Skala Linguistik
1	1–2	<i>Very low</i>
2	3–4	<i>Low</i>
3	5–6	<i>Moderate</i>
4	7–8	<i>High</i>
5	9–10	<i>Very high</i>

M. Penghitungan *Fuzzy-Risk Priority Number* (F-RPN)

Perhitungan nilai risiko dengan *fuzzy* dilakukan dengan mengolah nilai masukan S, O, dan D ke dalam sistem inferensi *fuzzy* FMEA yang sudah dibuat. Nilai F-RPN dihitung untuk semua nilai S, O, dan D pada setiap mode kegagalan yang diperoleh dari matriks risiko. Nilai F-RPN diperoleh dari hasil pengolahan S, O, dan D terhadap semua aturan yang ditetapkan dalam sistem inferensi *fuzzy*. Contoh perhitungan *fuzzy* secara manual lebih jelas dapat dilihat pada subbab 4.12, namun perhitungan keseluruhan nilai F-RPN selanjutnya dibantu dengan perangkat lunak *MatLab*.

N. Prioritisasi Risiko

Prioritisasi risiko adalah proses pemeringkatan nilai risiko atau nilai F-RPN. Pemeringkatan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui nilai risiko paling tinggi sampai dengan risiko paling rendah dan menentukan prioritas penanganan terhadap risiko yang telah diketahui. Pada analisis risiko dengan FMEA tradisional, pemering-



katan ini dilakukan hanya dengan melihat nilai RPN (merupakan hasil perkalian $S \times O \times D$) dari paling tinggi ke rendah, tanpa mempertimbangkan bobot masing-masing kriteria S, O, dan D. Berbeda dengan FMEA tradisional, pemeringkatan pada konteks penilaian risiko dengan *fuzzy*-FMEA sudah mempertimbangkan bobot kriteria S, O, dan D. Hal ini dilakukan pada proses perhitungan nilai risiko pada sistem inferensi *fuzzy* dengan memasukkan pembobotan S, O, dan D yang diperoleh dari hasil pembobotan dengan metode AHP sehingga nilai RPN berubah menjadi F-RPN. Nilai F-RPN inilah yang menjadi dasar pemeringkatan risiko pada metode *fuzzy*-FMEA dalam proses pengambilan keputusan.

O. Tindakan Perbaikan dan Pencegahan

Tindakan perbaikan merupakan suatu tindakan yang diambil untuk memperbaiki suatu kondisi kegagalan atau kerugian yang dialami, sedangkan tindakan pencegahan dalam manajemen risiko merupakan bentuk pengendalian risiko yang bertujuan untuk mencegah terjadinya risiko baru atau mencegah terulangnya kembali risiko yang sudah terjadi. Tindakan perbaikan dan pencegahan harus ditentukan dengan tepat agar kerugian yang terjadi dapat diatasi dan tidak menimbulkan kerugian yang baru sehingga analisis terhadap kerugian yang sudah diketahui berdasarkan hasil penilaian risiko penting untuk dilakukan. Tindakan perbaikan dan pencegahan dapat ditetapkan dengan melakukan pemetaan terhadap kondisi atau masalah yang dihadapi.

Tague (2005) mengungkapkan bahwa metode 5W2H (sapa, apa, kapan, di mana, kenapa, bagaimana, dan berapa banyak) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan pemetaan masalah secara detail. Metode ini merupakan pengembangan dari metode Kipling (5W1H) yang digagas oleh Rudyard Kipling dan kemudian dikembangkan oleh Alan Robinson menjadi 5W2H. Metode ini merupakan metode per-

tanyaan terkait proses atau masalah yang ingin dipetakan. Metode ini merupakan salah satu metode pemecah masalah yang baik dengan melibatkan pemikiran investigasi. *Tahap pertama* yang harus dilakukan untuk menerapkan metode ini adalah melakukan kajian terhadap masalah yang ingin dipecahkan dan memastikan pemangku kepentingan terkait memiliki pemahaman yang sama terhadap masalah yang akan dianalisis. *Tahap kedua*, membuat pertanyaan yang relevan dengan konteks permasalahan. *Tahap ketiga* adalah menjawab semua pertanyaan yang sudah dibuat. Jika ada pertanyaan yang belum diketahui jawabannya, perlu dibuat rencana pencarian jawaban terhadap pertanyaan tersebut. *Terakhir*, yaitu memikirkan langkah yang akan dilakukan untuk mengatasi masalah berdasarkan hasil analisis yang sudah dilakukan. Pertanyaan 5W2H dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Daftar Pertanyaan 5W2H

5W2H	Typical Questions For Process	Improvement Questions
Who?	Who does this?	Should someone else do it?
	Who should be involved but is not?	Could fewer people do it?
	Who is involved but shouldn't be?	Could approvals be eliminated?
	Who has to approve?	
What?	What is done?	Does every step have to be done?
	What is essential?	Are steps omitted?
When?	When is this activity started?	Can it be done at a different time?
	When does it end?	Can cycle time be shortened?
	When is it repeated?	Can it be done less frequently?
Where?	Where is this activity done?	Can it be done elsewhere?
Why?	Why do we do this?	Can it be eliminated?
		Can another group do it?
		Can it be outsourced?
How?	How is this done?	Is there a better way?
How Much?	How much does it cost?	How much less could it cost?

Sumber: Tague (2005)



P. Evaluasi Hasil

Evaluasi hasil merupakan tindakan membandingkan nilai risiko pada awal pengukuran terhadap nilai risiko setelah dilakukan tindakan perbaikan ataupun tindakan pencegahan. Evaluasi hasil pada prinsipnya mengukur kembali nilai risiko setelah adanya perlakuan terhadap proses maupun produk sebagai tindakan perbaikan dari hasil penilaian risiko pada tahap awal atau tahap sebelum dilakukan penilaian ulang terhadap risiko. Evaluasi hasil ini bertujuan untuk melihat efektivitas tindakan perbaikan dan pencegahan terhadap risiko dengan indikator penurunan nilai risiko (F-RPN) pada proses ataupun produk yang ditinjau. Pelaporan evaluasi hasil dapat menggunakan format pada Lampiran 3.



BAB 4

Studi Kasus Penilaian Risiko dengan *Fuzzy-FMEA*

■ TUJUAN:

Setelah membaca bab ini, para pembaca diharapkan dapat:

1. Mengetahui gambaran umum objek studi kasus penilaian risiko dengan metode *fuzzy-FMEA*.
2. Mengetahui penerapan metode *fuzzy-FMEA* pada studi kasus pengendalian rekaman, mulai dari tahap penentuan ruang lingkup analisis sampai dengan tahapan evaluasi hasil analisis.

A. Gambaran Umum Objek Studi Kasus

Studi kasus yang diangkat pada buku ini adalah proses penilaian risiko pada salah satu proses yang dijalankan di satuan kerja salah satu instansi pemerintahan XYZ yang bergerak di bidang penelitian. Lingkup penilaian risiko dilakukan pada proses pengendalian rekaman. Pemilihan lingkup analisis ini dilakukan dengan asumsi setiap instansi pemerintah memiliki proses pengendalian rekaman,

walaupun dalam konteks istilah yang berbeda, sehingga ilustrasi penerapan *fuzzy*-FMEA dapat mudah dipahami oleh pihak yang akan menggunakan. Studi kasus penilaian risiko dilakukan pada organisasi setingkat Eselon II. Konteks proses yang ditinjau bersifat melekat pada setiap tingkatan di instansi pemerintahan memungkinkan studi kasus ini dapat diterapkan di setiap tingkatan organisasi pemerintahan.

B. Lingkup Analisis Risiko

Jika pada bab sebelumnya berisi penjelasan mengenai penentuan lingkup analisis maka bab ini akan membahas contoh kasus lingkup analisis risiko, yaitu proses pengendalian rekaman. Proses pengendalian rekaman adalah proses pengendalian terhadap rekaman yang digunakan dalam kegiatan sistem manajemen mutu pada suatu organisasi atau dapat disebut juga pengendalian arsip dan sudah terdefinisi dalam bentuk *Standard Operating Procedure* (SOP) pengendalian rekaman. Proses pengendalian rekaman memiliki dua tujuan, yaitu pertama untuk menetapkan metode identifikasi, pengumpulan (koleksi), pengindeksan, pengarsipan, penyimpanan, pemeliharaan, pengambilan kembali, dan pemusnahan rekaman. Kedua, untuk mengidentifikasi penyimpanan arsip, melindungi dari kerusakan dalam periode waktu yang ditentukan serta memastikan bahwa rekaman mutu mudah ditemukan kembali apabila diperlukan.

Lingkup proses pengendalian rekaman menjadi dasar pertimbangan batasan analisis risiko yang akan dilakukan, sedangkan tujuan dari pengendalian rekaman merupakan landasan dalam penetapan tujuan analisis risiko. Berdasarkan tujuan pengendalian rekaman maka tujuan analisis risiko dapat didefinisikan sebagai tindakan identifikasi dan analisis risiko terhadap seluruh lingkup proses yang ada pada pengendalian rekaman, yaitu proses penetapan metode identifikasi, pengumpulan (koleksi), pengindeksan, pengarsipan, penyimpanan, pemeliharaan, pengambilan kembali,

dan pemusnahan rekaman. Selain itu, analisis risiko juga bertujuan untuk mengidentifikasi risiko pada proses identifikasi penyimpanan arsip, melindungi arsip dari kerusakan serta memastikan bahwa rekaman mutu mudah ditemukan kembali apabila diperlukan.

Pada studi kasus ini, proses bisnis pengendalian rekaman sudah didefinisikan dalam bentuk diagram alir proses pengendalian rekaman sehingga tahapan pendefinisian proses bisnis tidak dijelaskan. Jika proses belum terdefinisi maka langkah yang dijelaskan dalam bab tiga subbab A harus diikuti untuk memperoleh bisnis proses yang akan dianalisis. Proses bisnis pengendalian rekaman yang dijadikan studi kasus pada bab ini dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Pengendalian rekaman dilakukan dalam sistem berbasis situs web yang disebut dengan SEMAR. SEMAR merupakan sistem yang diciptakan dalam rangka keberhasilan segera (*quick win*) penerapan reformasi birokrasi berbentuk *e-government* pada satuan kerja pemerintah yang dijadikan studi kasus dalam buku ini. Nama SEMAR dipilih untuk mencitrakan sistem yang kental dengan unsur lokal, kebijaksanaan, dan kecerdasan. SEMAR merupakan sistem yang berbasis situs web yang mengelola seluruh proses kritis sistem manajemen mutu secara elektronik. Konsep SEMAR menggunakan prinsip mini *Enterprise Resources Planning* (ERP) dengan tujuan agar proses berjalan transparan, terukur, cepat, dan akurat. Hadirnya SEMAR diharapkan akan mempermudah akses bagi seluruh pihak yang menjalankan sistem manajemen mutu dalam organisasi dan mengampanyekan peduli lingkungan hidup (*less paper*). SEMAR tidak hanya mengelola pengendalian rekaman, namun juga proses pengendalian dokumen, audit internal, kepegawaian, pengendalian ketidaksesuaian, dan proses lainnya.



SOP Pengendalian Rekaman

No.	Kegiatan	Pelaksana			PJ Rekaman	Mutu Baku			Keterangan
		SWM	WM	Kabid/Bag/ Kelompok Fungsi		Kelengkapan	Waktu	Output	
1	Membuat daftar rekaman				Daftar rekaman dari bidang/bagian/kelompok fungsi	3 hari	Draft daftar rekaman		
2	Memverifikasi daftar rekaman yang dibuat SWM				Draft daftar rekaman	1 hari	Daftar rekaman		
3	Mengisi daftar induk rekaman pada SEMAR				Daftar rekaman SEMAR	1 hari	Daftar induk rekaman pada SEMAR		
4	Menyediakan tempat penyimpanan rekaman				Daftar induk rekaman pada SEMAR	1 hari	Tempat penyimpanan		
5	Membuat daftar rekaman di bidang/bagian/kelompok fungsinya				Tempat penyimpanan daftar induk rekaman	1 hari	Daftar rekaman bidang/bagian/kelompok fungsi		
6	Menunjuk penanggung jawab rekaman				Daftar rekaman bidang/bagian/kelompok fungsi	1 hari	Personel penanggung jawab rekaman		
7	Mengelola rekaman: 1) menjaga & mengawasi rekaman 2) meninjau masa penyimpanan rekaman 3) mencatat peminjaman/permintaan dokumen				Personel penanggung jawab rekaman	Tanpa batasan waktu	Daftar permintaan/peminjaman dokumen, daftar arsip inaktif		
8	Menyerahkan arsip inaktif ke <i>record center</i>				Daftar arsip inaktif, berkas arsip inaktif	1 hari	Berita acara pemindahan arsip		
9	Berkoordinasi dengan Biro Umum LIPI untuk memusnahkan arsip inaktif yang sudah selesai masa simpannya di <i>record center</i>				Berita acara, pemindahan arsip, JRA	10 hari	Berita acara pemusnahan arsip		

Sumber: SOP Pengendalian Rekaman Satuan Kerja XYZ
Gambar 4.1 Diagram Alir SOP Pengendalian Rekaman



C. Identifikasi Pelanggan dan Pemangku Kepentingan (*Stakeholder*)

Badan Standardisasi Nasional mendefinisikan pelanggan sebagai “organisasi atau orang yang dapat atau menerima produk” (BSN, 2015b). Pelanggan merupakan bagian dari pemangku kepentingan, menurut SNI ISO 9000:2015 yang membagi pemangku kepentingan menjadi tiga bagian, seperti pemasok, pelanggan, dan regulator. Identifikasi pemangku kepentingan penting dilakukan untuk memperoleh kesamaan pandangan mengenai analisis risiko yang akan dilakukan karena mereka merupakan pihak yang akan menerima dampak dari proses atau produk yang mengalami kegagalan.

Berdasarkan Gambar 4.1, pihak yang terlibat langsung dalam proses pengendalian rekaman adalah wakil manajemen (WM), sekretaris wakil manajemen (SMW), kepala bidang/bagian/kelompok fungsi, dan penanggung jawab rekaman. WM memiliki tugas dan tanggung jawab untuk memastikan seluruh rekaman sistem manajemen mutu (SMM) telah diidentifikasi dan terpelihara dalam jangka waktu tertentu sehingga semua rekaman tersebut siap diidentifikasi, mudah dicari dan didapatkan kembali serta sesuai dengan ketentuan peraturan perundangan. SWM bertugas untuk mengidentifikasi seluruh rekaman SMM dan memastikan bahwa setiap bidang/bagian/kelompok fungsi menjalankan kegiatan pemeliharaan rekaman sesuai ketentuan SOP ini. Kepala bidang/bagian/kelompok fungsi bertugas dan bertanggung jawab memastikan kegiatan pemeliharaan rekaman SMM pada bidang/subbagian/kelompok fungsinya berjalan secara efektif sesuai dengan ketentuan SOP ini. Kemudian, penanggung jawab rekaman bertanggung jawab memelihara arsip sesuai dengan tanggung jawabnya menurut ketentuan SOP ini. Jika mengacu pada lingkup proses pengendalian rekaman, seluruh personil yang terlibat dalam proses sistem manajemen mutu dapat menjadi pihak yang terkait atau pelanggan dari prosedur pengendalian rekaman ini. Pada proses

pengendalian rekaman ini terdapat pihak di luar organisasi yang terlibat dapat proses pengendalian rekaman ini, yaitu biro umum. Pihak-pihak tersebut memerlukan perhatian penting pada proses penilaian risiko.

D. Identifikasi Fungsi, Persyaratan, dan Spesifikasi

Proses pengendalian rekaman memiliki tiga fungsi utama yang harus dijalankan, yaitu fungsi identifikasi arsip, pemeliharaan rekaman, dan penyusutan rekaman. Pertama, fungsi identifikasi arsip memiliki tiga langkah yang harus dilakukan, yaitu membuat daftar rekaman yang akan disimpan di setiap fungsi organisasi terkait, seperti bidang atau bagian atau kelompok fungsi yang dilengkapi dengan jadwal retensinya. Keluaran dari fungsi ini adalah daftar induk rekaman yang dapat dilihat pada Gambar 4.2. Fungsi identifikasi arsip juga melibatkan proses pemeriksaan, persetujuan, dan pengoreksian serta proses revisi atau modifikasi arsip. Kedua, fungsi pemeliharaan rekaman melibatkan proses penyediaan tempat penyimpanan rekaman, penentuan metode penyimpanan, pengelolaan, dan penunjukan penanggung jawab rekaman. Selain itu, fungsi pemeliharaan rekaman juga mengandung proses pengambilan kembali rekaman dan penggandaan rekaman.

Selain fungsi identifikasi arsip dan pemeliharaan rekaman, prosedur pengendalian rekaman juga memiliki fungsi mengatur penyusutan rekaman. Penyusutan rekaman diatur berdasarkan peraturan kearsipan, di antaranya Undang-Undang Nomor 43 Tahun 2009 tentang Kearsipan, Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2012 tentang Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 43 Tahun 2009 serta Peraturan Kepala Arsip Nasional Nomor 12 Tahun 2009 mengenai Jadwal Retensi Arsip Fasilitatif Non Keuangan dan Non Kepegawaian. Penyusutan rekaman mengandung proses peninjauan batas penyimpanan, penyeleksian arsip aktif dan non-aktif, penyerahan arsip ke pusat rekaman, pemindahan arsip serta pemusnahan arsip.

Selain ketiga fungsi tersebut, hal lain yang perlu diperhatikan dalam proses pengendalian rekaman adalah ketersediaan sistem pendukung yang dibutuhkan agar proses berjalan dengan lancar. Identifikasi sistem pendukung SOP merupakan hal penting yang harus disertakan sebagai bagian dari persyaratan yang harus dipenuhi dan dinilai risikonya. Beberapa sistem pendukung dalam pengendalian rekaman adalah formulir daftar rekaman, daftar arsip aktif dan nonaktif, berita acara pemindahan arsip, komputer pribadi, lemari penyimpanan, alat tulis kantor, dan lain-lain. Sistem pendukung tersebut menjadi masukan yang dipertimbangkan dalam proses pengendalian rekaman.

Kualifikasi personil juga merupakan hal yang patut dipertimbangkan dalam analisis risiko untuk proses pengendalian rekaman agar dapat menjalankan tugas dengan lancar. Beberapa persyaratan yang harus dimiliki personil dalam proses pengendalian rekaman, di antaranya mengetahui persyaratan pengendalian rekaman menurut ISO 9001, mengetahui tata cara pengelolaan arsip untuk instansi pemerintah, dan mengetahui peraturan perundangan terkait kegiatan pengarsipan. Fungsi dan persyaratan proses pengendalian rekaman dapat menjadi sumber untuk menentukan mode kegagalan potensial yang akan dimasukkan ke dalam matriks penilaian risiko.





Nama	Nomor	Lama Simpan		Tempat Simpan	Penanggung Jawab	Personil Penanggung Jawab
		Aktif	In Aktif			
Daftar Dokumen Internal	-	Selama berlaku	-	SEMAR	Wakil Managemen	SWM
Daftar Dokumen Eksternal	-	Selama berlaku	-	SEMAR	Wakil Managemen	SWM
Daftar Induk Rekam	-	Selama berlaku	-	SEMAR	Wakil Managemen	SWM
Usulan Dokumen Internal	-	Selama dokumen usulan berlaku	2 tahun	SEMAR	Wakil Managemen	SWM
Usulan Dokumen Eksternal	-	Selama dokumen usulan berlaku	2 tahun	SEMAR	Wakil Managemen	SWM
Usulan Perubahan Dokumen Internal	-	Selama dokumen usulan berlaku	2 tahun	SEMAR	Wakil Managemen	SWM
Usulan Perubahan Dokumen Eksternal	-	Selama dokumen usulan berlaku	2 tahun	SEMAR	Wakil Managemen	SWM
Pemintasan Distribusi Dokumen	P2SMP-FR-WM-04	1 tahun	2 tahun	Lemari esrip SWM	Wakil Managemen	SWM
Tanda Terms Dokumen	P2SMP-FR-WM-05	1 tahun	2 tahun	Lemari esrip SWM	Wakil Managemen	SWM
Pencalon Mulu	P2SMP-PM-WM-01	Selama berlaku	5 tahun	SEMAR	Wakil Managemen	SWM
Standar Operasional Pelayanan	-	Selama berlaku	5 tahun	SEMAR	Wakil Managemen	SWM
Daftar Asip Indof	P2SMP-FR-TU-18	Selama diformulasikan	2 tahun	Lemari Asip BTU	Tata Usaha	Staf Subbag Kepegawaian dan Umum
Beats Acars Remindahan Asip	P2SMP-FR-TU-19	Selama digunakan	2 tahun	Lemari Asip BTU	Tata Usaha	Staf Subbag Kepegawaian dan Umum
Rencana Tahunan Audit Internal	-	1 tahun	5 tahun	SEMAR	Wakil Managemen	SWM
Jadwal Audit Internal	-	1 tahun	5 tahun	SEMAR	Wakil Managemen	SWM
Daftar Perkes Audit	-	1 tahun	5 tahun	SEMAR	Wakil Managemen	SWM
Pemintasan Tindakan Perbaikan dan Pencegahan	-	1 tahun	5 tahun	SEMAR	Wakil Managemen	SWM
Rekapitulasi Laporan Audit	-	1 tahun	5 tahun	SEMAR	Wakil Managemen	SWM
Penyusunan Tim Audit Internal	-	2 tahun	2 tahun	Lemari esrip SWM	Wakil Managemen	SWM
Rekaman Pertemuan Pembulisan Audit Internal	-	2 tahun	2 tahun	Lemari esrip SWM	Wakil Managemen	SWM
Rekam pertemuan akhir kegiatan audit internal	-	2 tahun	2 tahun	Lemari esrip SWM	Wakil Managemen	SWM
Laporan kebidkesasualan	-	1 tahun	2 tahun	SEMAR	Wakil Managemen	SWM

Sumber: semar.smp.lipi.go.id

Gambar 4.2 Contoh Daftar Induk Rekaman

E. Identifikasi Mode Kegagalan Potensial

Identifikasi mode kegagalan pada pengendalian rekaman dapat dilakukan dengan mempertimbangkan proses bisnis pengendalian rekaman, *stakeholder* pengendalian rekaman serta fungsi dan persyaratan pengendalian sistem. Identifikasi risiko dilakukan dengan meninjau setiap proses, subproses, dan elemen atau komponen proses pengendalian rekaman. Pada studi kasus ini, mode kegagalan ditinjau berdasarkan proses bisnis pada Gambar 4.1 dan beberapa contoh hasil identifikasi mode kegagalan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

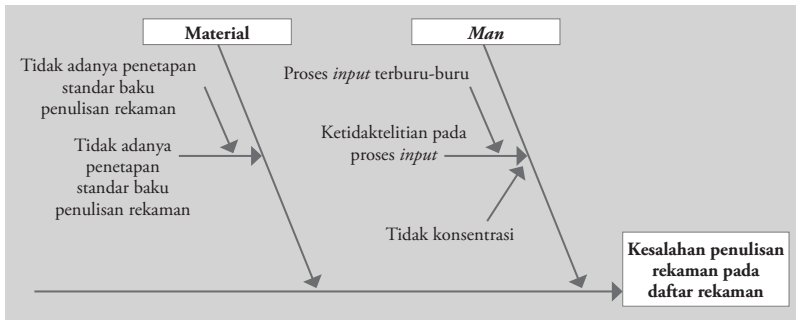
Tabel 4.1 Daftar Mode Kegagalan

ID Proses	Mode Kegagalan
1	Kesalahan penulisan rekaman pada daftar rekaman
2	Kesalahan perekaman tidak terkoreksi
3	Kesalahan masukan daftar induk rekaman pada SEMAR
4	Kesalahan pemilihan tempat penyimpanan rekaman
5	Kesalahan pencatatan peminjaman/permintaan dokumen

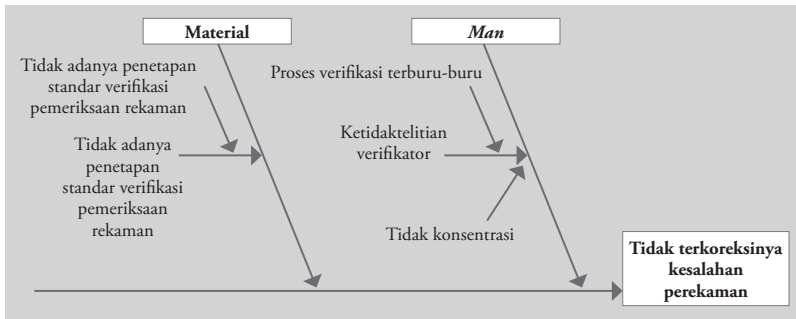
F. Identifikasi Penyebab Kegagalan

Proses identifikasi penyebab kegagalan dapat dilihat dari setiap mode kegagalan yang ada dengan menggunakan matriks *cause effect* atau *fishbone diagram*. Untuk membantu mengetahui sumber dan penyebab kegagalan, kita dapat membuat kerangka identifikasi risiko dengan pendekatan sumber kegagalan dari tenaga kerja, fasilitas, metode, bahan baku, dan modal atau lebih dikenal dengan 5M (*man, machine, method, material, money*). Pada Tabel 4.1, diketahui terdapat 5 mode kegagalan sehingga diperoleh sepuluh *fishbone diagram* yang menjelaskan hubungan sebab akibat dari mode kegagalan dan penyebabnya. *Fishbone diagram* sebab akibat pada proses pengendalian rekaman dapat dilihat pada Gambar 4.3 sampai dengan Gambar 4.7.

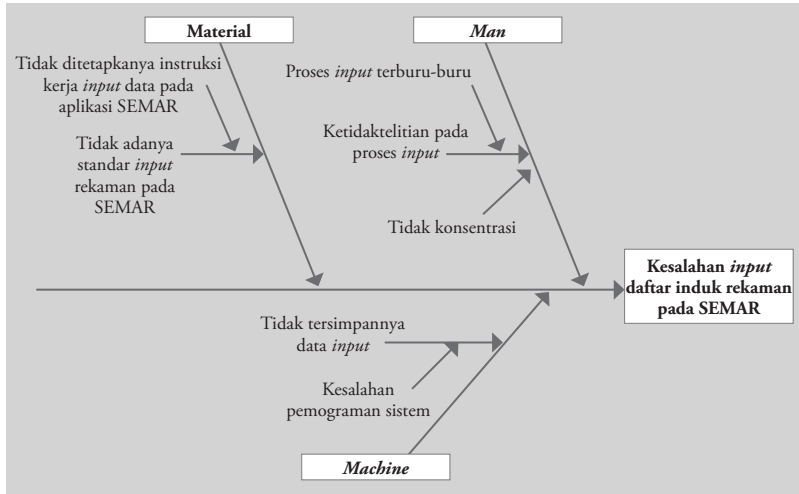




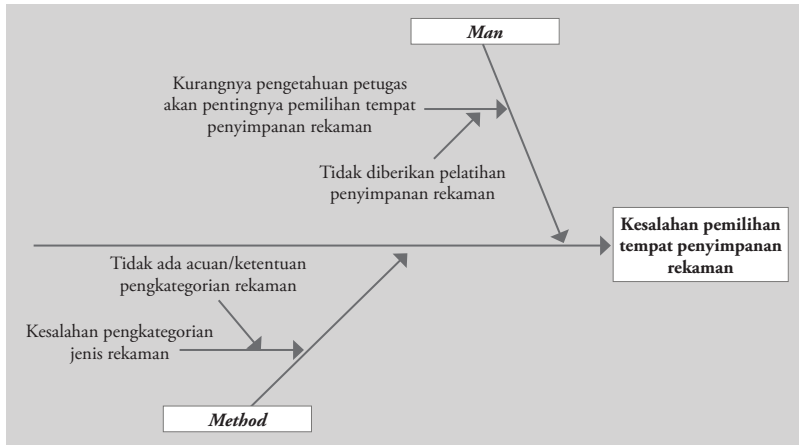
Gambar 4.3 *Fishbone Diagram* untuk Kegagalan Kesalahan Penulisan Rekaman pada Daftar Rekaman



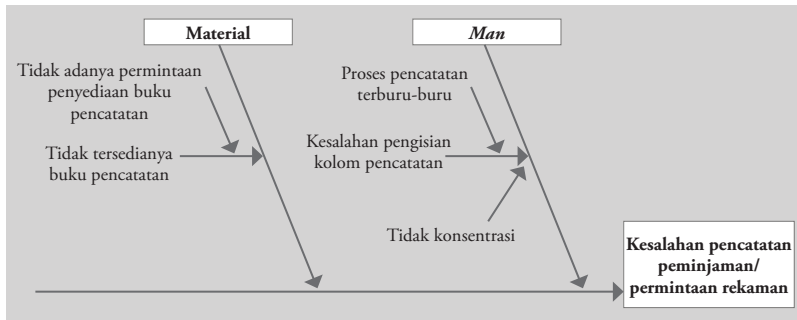
Gambar 4.4 *Fishbone Diagram* untuk Kegagalan Tidak Terkoreksinya Kesalahan Perekaman



Gambar 4.5 Fishbone Diagram untuk Kegagalan Kesalahan *Input* Daftar Induk Rekaman pada SEMAR



Gambar 4.6 Fishbone Diagram untuk Kegagalan Pemilihan Tempat Penyimpanan Rekaman



Gambar 4.7 *Fishbone Diagram* untuk Kegagalan Kesalahan Pencatatan Peminjaman/Permintaan Rekaman

Berdasarkan *fishbone diagram* pada Gambar 4.3 sampai 4.7, penyebab kegagalan berdasarkan mode kegagalan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Daftar Penyebab Kegagalan

ID Proses	Mode Kegagalan	Penyebab
1	Kesalahan penulisan rekaman pada daftar rekaman	<ul style="list-style-type: none"> • Proses <i>input</i> terburu-buru. • Ketidaktelitian pada proses <i>input</i>. • Tidak konsentrasi.
2	Kesalahan perekaman tidak terkoreksi	<ul style="list-style-type: none"> • Proses verifikasi terburu-buru. • Ketidaktelitian verifikator. • Tidak konsentrasi.
3	Kesalahan <i>input</i> daftar induk rekaman pada SEMAR	<ul style="list-style-type: none"> • Proses <i>input</i> terburu-buru. • Ketidaktelitian pada proses <i>input</i>. • Tidak konsentrasi. • Tidak ada standar <i>input</i> rekaman pada SEMAR. • Instruksi kerja <i>input</i> data pada aplikasi SEMAR tidak ditetapkan. • Kesalahan pemrograman sistem. • Data tidak tersimpan.

ID Proses	Mode Kegagalan	Penyebab
4	Kesalahan pemilihan tempat penyimpanan rekaman	<ul style="list-style-type: none"> • Kurangnya pengetahuan petugas akan pentingnya pemilihan tempat penyimpanan rekaman. • Tidak diberikan pelatihan penyimpanan rekaman. • Kesalahan pengkategorian jenis rekaman. • Tidak ada acuan atau ketentuan pengkategorian rekaman.
5	Kesalahan pencatatan peminjaman atau permintaan rekaman	<ul style="list-style-type: none"> • Proses pencatatan terburu-buru. • Kesalahan pengisian kolom pencatatan. • Tidak konsentrasi. • Buku pencatatan tidak tersedia. • Tidak ada permintaan penyediaan buku pencatatan.

G. Identifikasi Dampak Kegagalan

Dampak kegagalan merupakan kerugian yang diperoleh karena terjadinya kegagalan. Dampak kegagalan dapat diketahui dengan melakukan analisis secara detail pada setiap mode kegagalan yang ada dengan mempertimbangkan pemangku kepentingan yang menderita kerugian karena terjadinya kegagalan tersebut. Proses penentuan dampak dapat dilakukan dengan menggunakan metode *forum group discussion* antara pemilik proses dengan pemangku kepentingan proses. Tabel 4.1 menjelaskan lima mode kegagalan dalam studi kasus proses pengendalian rekaman. Berdasarkan mode kegagalan tersebut, dampak kegagalan dapat disimpulkan seperti pada Tabel 4.3.



Tabel 4.3 Daftar Dampak Kegagalan

ID Proses	Mode Kegagalan	Dampak Kegagalan
1	Kesalahan penulisan rekaman pada daftar rekaman	<ul style="list-style-type: none">• Penulisan ulang daftar rekaman (<i>rework</i>)• Penggunaan daftar rekaman tidak valid
2	Kesalahan perekaman tidak terkoreksi	<ul style="list-style-type: none">• Daftar rekaman tidak valid
3	Kesalahan pemasukan daftar induk rekaman pada SEMAR	<ul style="list-style-type: none">• Pemasukan data ulang (<i>rework</i>)• Penggunaan daftar rekaman tidak valid
4	Kesalahan pemilihan tempat penyimpanan rekaman	<ul style="list-style-type: none">• Rekaman rusak• Rekaman sulit ditemukan kembali saat dibutuhkan
5	Kesalahan pencatatan peminjaman/permintaan rekaman	<ul style="list-style-type: none">• Daftar rekaman tidak valid• Rekaman hilang

H. Identifikasi Sistem Pengendalian

Sistem pengendalian risiko penting ditetapkan sebagai metode deteksi dini terhadap potensi risiko atau kegagalan yang mungkin terjadi. Sistem pengendalian juga berfungsi sebagai alat pencegahan risiko atau terjadinya risiko berulang. Pada studi kasus pengendalian rekaman, metode deteksi kegagalan ditetapkan berdasarkan mode kegagalan yang ada dan dampak kerugian yang dialami akibat dari kegagalan tersebut. Metode deteksi kegagalan dapat ditentukan dengan diskusi antara pemilik proses dengan pemangku kepentingan proses atau metode pemilihan lain, seperti metode *Delphi* dan *Analytical Hierarchy Process*. Metode deteksi kegagalan pada studi kasus pengendalian rekaman dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Daftar Metode Deteksi Kegagalan

ID Proses	Mode Kegagalan	Metode Deteksi
1	Kesalahan penulisan rekaman pada daftar rekaman	Verifikasi daftar rekaman
2	Kesalahan perekaman tidak terkoreksi	Audit
3	Kesalahan pemasukan daftar induk rekaman pada SEMAR	Audit
4	Kesalahan pemilihan tempat penyimpanan rekaman	Audit
5	Kesalahan pencatatan peminjaman/permintaan rekaman	Audit

I. Penentuan Skala Penilaian Risiko

Penilaian risiko dapat dilakukan setelah ditentukan skala penilaiannya untuk setiap kriteria risiko. Pada analisis risiko dengan *fuzzy-FMEA*, skala yang digunakan harus berbentuk variabel peluang terjadinya kegagalan (*occurrence*) dengan skala nilai tegas yang harus ditentukan sebelum menentukan skala linguistiknya. Skala nilai tegas untuk kriteria S, O, dan D memiliki rentang 1 sampai dengan 10 yang menjelaskan tingkatan setiap kriteria risiko. Skala 1 adalah tingkatan terendah, sedangkan skala 10 adalah skala tertinggi. Jika skala S, O, dan D masing-masing bernilai 10, dapat diartikan bahwa tingkat keparahan dampak kegagalan paling tinggi (S), tingkat peluang terjadinya kegagalan paling tinggi (O), dan kegagalan tersebut paling sulit dideteksi (D). Skala nilai tegas yang dapat digunakan untuk memperoleh nilai S, O, dan D sesuai dengan mode kegagalannya pada studi kasus pengendalian rekaman dapat dilihat pada Tabel 4.5 sampai dengan Tabel 4.7.



Tabel 4.5 Skala Pengukuran Kriteria *Severity*

<i>Ranking</i>	<i>Severity</i>	<i>Deskripsi</i>
10	<i>Hazardous without warning</i>	Kegagalan sistem yang menghasilkan efek sangat berbahaya
9	<i>Hazardous without warning</i>	Kegagalan sistem yang menghasilkan efek berbahaya
8	<i>Very high</i>	Sistem tidak beroperasi
7	<i>High</i>	Sistem beroperasi, tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh
6	<i>Medium</i>	Sistem beroperasi dan aman, tetapi mengalami penurunan kinerja sehingga memengaruhi keluaran
5	<i>Low</i>	Mengalami penurunan kinerja secara bertahap
4	<i>Very low</i>	Efek yang kecil pada kinerja sistem
3	<i>Minor</i>	Sedikit berpengaruh pada kinerja sistem
2	<i>Very minor</i>	Efek yang diabaikan pada kinerja sistem
1	<i>No effect</i>	Tidak ada efek

Sumber: Cicek dan Celik (2013)

Tabel 4.6 Skala Pengukuran Kriteria *Occurrence*

<i>Ranking</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Deskripsi</i>
10	<i>Very high</i>	≥ 100 per seribu atau ≥ 1 dalam 10
9	<i>High</i>	50 per seribu atau 1 dalam 20
8		20 per seribu atau 1 dalam 50
7		10 per seribu atau 1 dalam 100
6	<i>Moderate</i>	2 per seribu atau 1 dalam 500
5		0,5 per seribu atau 1 dalam 2000
4		0,1 per seribu atau 1 dalam 10.000
3	<i>Low</i>	0,01 per seribu atau 1 dalam 100.000
2		$\leq 0,001$ per seribu atau 1 dalam 100.000
1	<i>Very low</i>	Kegagalan dihilangkan melalui pengendalian preventif

Sumber: McDermott dkk. (2009)

Tabel 4.7 Skala Pengukuran Kriteria *Detection*

<i>Rangking</i>	<i>Detection</i>	<i>Kriteria</i>
10	<i>Absolutely impossible</i>	Sistem kontrol tidak akan selalu mampu untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
9	<i>Very remote</i>	Sistem kontrol memiliki kemungkinan sangat kecil untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
8	<i>Remote</i>	Sistem kontrol memiliki kemungkinan kecil untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
7	<i>Very low</i>	Sistem kontrol memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial kegagalan dan mode kegagalan.
6	<i>Low</i>	Sistem kontrol memiliki kemungkinan rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
5	<i>Moderate</i>	Sistem kontrol memiliki kemungkinan sedang untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
4	<i>Moderately high</i>	Sistem kontrol memiliki kemungkinan menengah tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
3	<i>High</i>	Sistem kontrol memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
2	<i>Very high</i>	Sistem kontrol memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
1	<i>Almost certain</i>	Sistem kontrol akan selalu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.

Sumber: Cicek dan Celik (2013)

J. Pembobotan Kriteria Risiko S, O, dan D

Pembobotan skala risiko S, O, dan D penting dilakukan untuk menentukan fungsi *fuzzy* yang akan digunakan pada pengolahan data untuk memperoleh F-RPN. Metode yang digunakan dalam studi kasus ini adalah metode pembobotan dengan menggunakan



perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) dengan metode *analytical hierarchy process*. Pembobotan dilakukan dengan metode AHP yang telah dijelaskan sebelumnya pada Bab 3 Subbab J. Data pembobotan diperoleh dari hasil pengisian kuesioner pembobotan kepada narasumber ahli yang terkait dengan proses yang dapat dilihat pada Lampiran 1. Narasumber dalam studi kasus ini adalah wakil manajemen, sekretaris wakil manajemen, dan penanggung jawab rekaman. Hasil perbandingan yang diperoleh kemudian dihitung bobotnya dengan menggunakan bantuan *Software Expert Choice* atau dilakukan secara manual dengan langkah yang dapat dilihat pada Lampiran 5 sebagai alternatif perhitungan pembobotan jika tidak memiliki perangkat lunak tersebut. Pada dasarnya, penghitungan dengan bantuan perangkat lunak atau secara manual memakai prinsip yang sama, namun penghitungan manual memiliki keterbatasan dari aspek perbedaan pembulatan angka hasil penghitungan serta dari aspek kepraktisan sehingga penggunaan perangkat lunak lebih dianjurkan.

Studi kasus ini menggunakan asumsi hasil penilaian berdasarkan keterangan narasumber ahli mengenai proses ini. Hasil penilaian untuk pembobotan kriteria risiko dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut ini:

Tabel 4.8 Hasil Penilaian Pembobotan Kriteria S, O, dan D

Kriteria A	Tingkat Kepentingan Relatif																Kriteria B	
<i>Severity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	③	4	5	6	7	8	9	<i>Occurrence</i>
<i>Severity</i>	9	8	7	6	⑤	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Detection</i>
<i>Occurrence</i>	9	8	⑦	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Detection</i>

Pengolahan data dilakukan berdasarkan Tabel 4.8 dengan menggunakan bantuan *software expert choice* yang hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.8 berikut ini:





Gambar 4.8 Hasil Pembobotan

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa bobot prioritas paling tinggi adalah kriteria penyebab kegagalan (O), yaitu sebesar 0.649. Bobot prioritas urutan kedua adalah dampak (S) dengan nilai 0.279 serta urutan ketiga, yaitu metode deteksi kegagalan (D) dengan nilai 0.072. Jika membandingkan hasil penghitungan manual (Lampiran 5) dengan *Software Expert Choice* (Gambar 4.8), nilai hasil pembobotan keduanya berkesesuaian. Hasil penghitungan manual juga menunjukkan bahwa prioritas paling tinggi adalah kriteria penyebab kegagalan (O), yaitu 0.714286. Pada posisi kedua adalah kriteria dampak kegagalan (S) dengan bobot 0.238095, sedangkan urutan ketiga adalah kriteria metode deteksi (D) dengan nilai bobot 0.047619. Nilai inkonsistensi hasil penghitungan menggunakan perangkat lunak (Gambar 4.8), yaitu 0.06 juga berkesesuaian dengan hasil perhitungan secara manual, yaitu 0.055938. Nilai inkonsistensi hasil penghitungan menggunakan perangkat lunak ataupun manual menunjukkan bahwa hasil pembobotan dapat diterima karena nilai inkonsistensi pembobotan di bawah nilai 0.1 (Saaty, 1993). Saaty menambahkan bahwa nilai inkonsistensi menunjukkan nilai *consistency ratio* (CR) yang merupakan perbandingan antara nilai *consistency index* (CI) terhadap nilai *random index* (RI). Penghitungan nilai CR digunakan untuk mengukur nilai konsistensi suatu perbandingan berpasangan dalam matriks pendapat. Ketidakkonsistensian penilaian dalam membandingkan antara satu kriteria dengan kriteria yang lain dapat terjadi karena perbandingan tersebut bersifat bebas satu sama lain. Nilai CI menunjukkan ketidakkonsistensian perbandingan tersebut yang diperoleh dengan rumus berikut ini:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

Di mana λ_{\max} adalah nilai Eigen terbesar dari matriks berordo n yang merupakan jumlah kriteria yang dibandingkan. Nilai IR menunjukkan rata-rata indeks konsistensi 500 matriks yang diperoleh dari hasil penelitian Saaty pada tahun 1980. Hasil perbandingan berpasangan dapat diterima jika nilai $CR \leq 0.1$ (Saaty, 1993).

Hasil perhitungan bobot kriteria S, O, dan D yang disajikan pada Gambar 4.8 menjadi penentu fungsi *fuzzy* yang akan digunakan untuk memperoleh nilai F-RPN. Berdasarkan hasil pembobotan, fungsi *fuzzy* yang digunakan akan mengutamakan *Occurrence*, lalu *Severity* dan baru kemudian *Detection* jika terdapat nilai atau angka *crisp* yang sama dari hasil penilaian risiko pada matriks risiko.

K. Penentuan *Fuzzy Inference System*

Fuzzy Inference System (FIS) harus ditentukan terlebih dahulu agar hasil penilaian risiko pada matriks risiko dapat digunakan untuk menghitung nilai F-RPN. Proses penentuan FIS pada studi kasus ini menggunakan metode *fuzzy* dengan metode penalaran Mamdani yang sering dikenal dengan metode *maximum-minimum*. Metode yang digunakan dalam studi kasus ini adalah fungsi implikasi minimum. Variabel masukan dibagi menjadi tiga himpunan *fuzzy*, yaitu untuk variabel masukan S, O, dan D serta variabel keluarannya memiliki satu himpunan *fuzzy*, yaitu F-RPN. Berikut ini penjelasan detail langkah pembuatan FIS pada studi kasus pengendalian rekaman.

1. Pembentukan Himpunan Masukan (*Input Fuzzy*)

Variabel *fuzzy* yang akan digunakan dibagi menjadi tiga dan diberikan simbol, yaitu (S) untuk tingkat keparahan dampak kegaga-

lan, (O) untuk besarnya peluang terjadi kegagalan, dan (D) untuk tingkat kesulitan deteksi kegagalan. Ketiga variabel ini merupakan variabel masukan dengan nilai antara 1 hingga 10 yang terbagi atas lima kategori, yaitu

- 1) *Very low* (VL)
- 2) *Low* (L)
- 3) *Moderate* (M)
- 4) *High* (H)
- 5) *Very high* (VH)

Penilaian untuk setiap kategori indeks bilangan tegas S, O, dan D dapat dilihat pada Tabel 4.5 hingga Tabel 4.7. Langkah pembentukan himpunan masukan *fuzzy* sebagai berikut.

- a) Parameter Fungsi Keanggotaan Variabel Masukan (*Input*)

Parameter fungsi keanggotaan variabel masukan S, O, dan D dapat dilihat pada Tabel 4.9 sampai dengan Tabel 4.11. Sebagai contoh, untuk kategori *very low* memiliki tipe kurva segitiga dan memiliki nilai parameter [1 1 3].

Tabel 4.9 Parameter Fungsi Keanggotaan Variabel *Input Severity*

Kategori	Tipe Kurva	Parameter
<i>Very Low</i> (VL)	Segitiga	[1 1 3]
<i>Low</i> (L)	Segitiga	[1 3 5]
<i>Moderate</i> (M)	Trapesium	[3 5 6 8]
<i>High</i> (H)	Segitiga	[6 8 10]
<i>Very High</i> (VH)	Segitiga	[8 10 10]

Tabel 4.10 Parameter Fungsi Keanggotaan Variabel *Input Occurrence*

Kategori	Tipe Kurva	Parameter
<i>Very Low</i> (VL)	Segitiga	[1 1 3]
<i>Low</i> (L)	Segitiga	[1 3 7]
<i>Moderate</i> (M)	Trapesium	[2 5 6 9]
<i>High</i> (H)	Segitiga	[4 8 10]
<i>Very High</i> (VH)	Segitiga	[8 10 10]



Tabel 4.11 Parameter Fungsi Keanggotaan Variabel *Input Detection*

Kategori	Tipe Kurva	Parameter
<i>Very Low</i> (VL)	Segitiga	[1 1 3]
<i>Low</i> (L)	Segitiga	[1 3 6]
<i>Moderate</i> (M)	Trapeسيوم	[3 5 6 8]
<i>High</i> (H)	Segitiga	[5 8 10]
<i>Very High</i> (VH)	Segitiga	[8 10 10]

b) Perhitungan Fungsi Keanggotaan Masukan (*Input*)

Penghitungan fungsi keanggotaan masukan dibuat berdasarkan tipe kurva untuk setiap kategori mengacu pada Tabel 4.9 sampai dengan Tabel 4.11 berikut ini:

1) *Severity* (S)

a) Kategori *Very Low* (VL)

$$f(x; 1, 1, 3) = \begin{cases} 1 & x \leq 1 \\ (3-x)/(3-1) & 1 \leq x \leq 3 \\ 0 & x \geq 3 \end{cases}$$

Nilai keanggotaan masukan 1 = 1

Nilai keanggotaan masukan 2 = $(3-2)/(3-1) = 0,5$

Nilai keanggotaan masukan 3 = 0

Nilai keanggotaan masukan 4 = 0

Nilai keanggotaan masukan 5 = 0

Nilai keanggotaan masukan 6 = 0

Nilai keanggotaan masukan 7 = 0

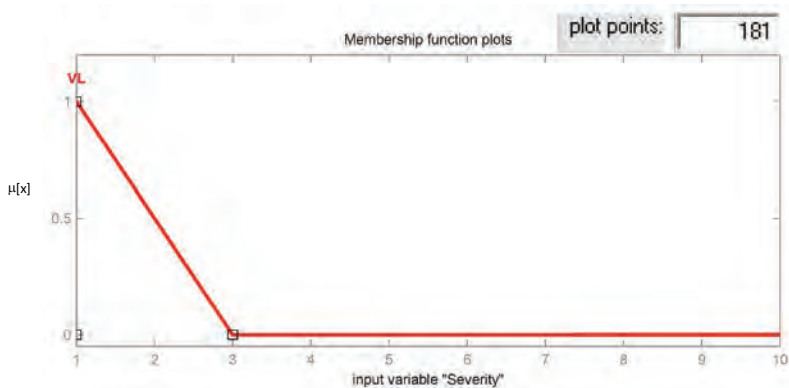
Nilai keanggotaan masukan 8 = 0

Nilai keanggotaan masukan 9 = 0

Nilai keanggotaan masukan 10 = 0

Fungsi keanggotaan *severity* untuk kategori *very low* dapat dilihat pada Gambar 4.9.





Gambar 4.9 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel *Severity* Kategori *Very Low*

b) Kategori *Low* (L)

$$f(x; 1, 3, 5) = \begin{cases} 0 & x < 1 \\ (x-1)/(3-1) & 1 \leq x \leq 3 \\ (5-x)/(5-3) & 3 \leq x \leq 5 \\ 0 & x \geq 5 \end{cases}$$

Nilai keanggotaan masukan 1 = 0

Nilai keanggotaan masukan 2 = $(2-1)/(3-1) = 0,5$

Nilai keanggotaan masukan 3 = $(3-1)/(3-1) = 1$

Nilai keanggotaan masukan 4 = $(5-4)/(5-3) = 0,5$

Nilai keanggotaan masukan 5 = 0

Nilai keanggotaan masukan 6 = 0

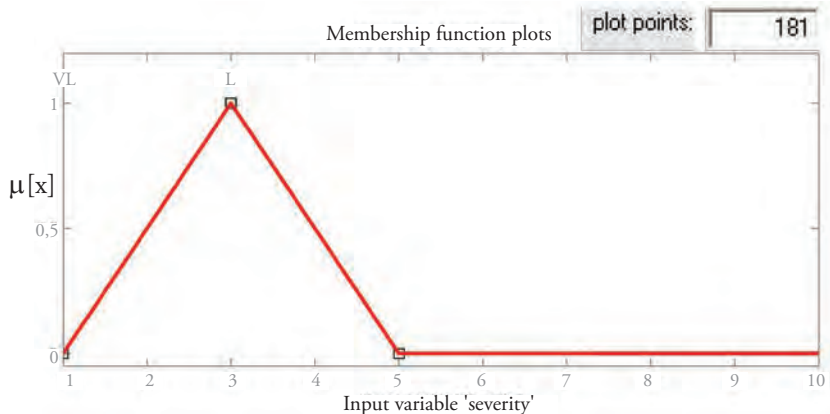
Nilai keanggotaan masukan 7 = 0

Nilai keanggotaan masukan 8 = 0

Nilai keanggotaan masukan 9 = 0

Nilai keanggotaan masukan 10 = 0

Fungsi keanggotaan *severity* untuk kategori *low* dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel *Severity* Kategori *Low*

c) Kategori *Moderate* (M)

$$f(x;3,5,6,8) = \begin{cases} 0 & x < 3 \\ (x-3)/(5-3) & 3 \leq x \leq 5 \\ 1 & 5 \leq x \leq 6 \\ (8-x)/(8-6) & 6 \leq x \leq 8 \\ 0 & x \geq 8 \end{cases}$$

Nilai keanggotaan masukan 1 = 0

Nilai keanggotaan masukan 2 = 0

Nilai keanggotaan masukan 3 = 0

Nilai keanggotaan masukan 4 = $(4-3)/(5-3) = 0,5$

Nilai keanggotaan masukan 5 = 1

Nilai keanggotaan masukan 6 = 1

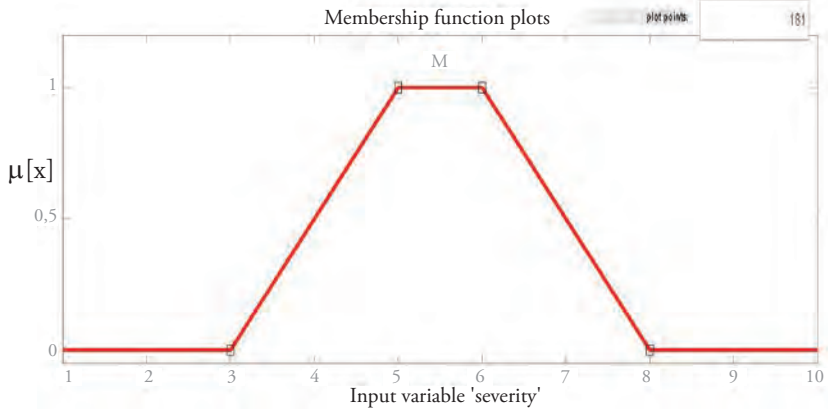
Nilai keanggotaan masukan 7 = $(8-7)/(8-6) = 0,5$

Nilai keanggotaan masukan 8 = 0

Nilai keanggotaan masukan 9 = 0

Nilai keanggotaan masukan 10 = 0

Fungsi keanggotaan *severity* untuk kategori *moderate* dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel *Severity* Kategori *Moderate*

d) Kategori *High* (H)

$$f(x;6,8,10) = \begin{cases} 0 & x < 6 \\ (x-6)/(8-6) & 6 \leq x \leq 8 \\ (10-x)/(10-8) & 8 \leq x \leq 10 \\ 0 & x \geq 10 \end{cases}$$

Nilai keanggotaan masukan 1 = 0

Nilai keanggotaan masukan 2 = 0

Nilai keanggotaan masukan 3 = 0

Nilai keanggotaan masukan 4 = 0

Nilai keanggotaan masukan 5 = 0

Nilai keanggotaan masukan 6 = 0

Nilai keanggotaan masukan 7 = $(7-6)/(8-6) = 0,5$

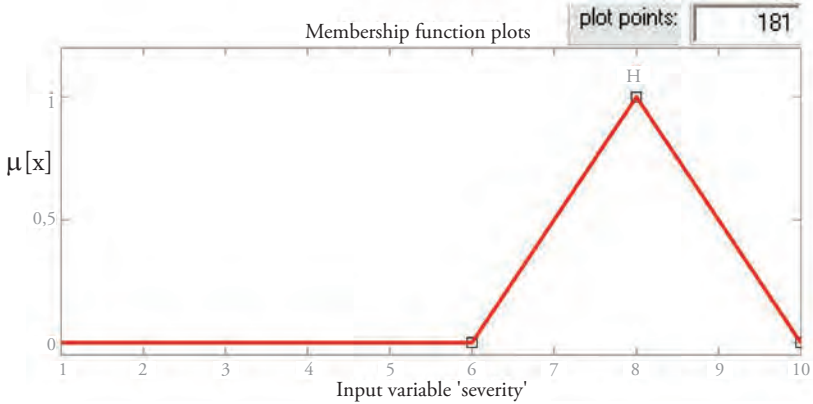
Nilai keanggotaan masukan 8 = $(8-6)/(8-6) = 1$

Nilai keanggotaan masukan 9 = $(10-9)/(10-8) = 0,5$

Nilai keanggotaan masukan 10 = 0

Fungsi keanggotaan *severity* untuk kategori *high* dapat dilihat pada Gambar 4.12.





Gambar 4.12 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel *Severity* Kategori *High*

e) Kategori *Very High* (VH)

$$f(x;8,10,10) = \begin{cases} 0 & x < 8 \\ (x-8)/(10-8) & 8 \leq x \leq 10 \\ 1 & x \geq 10 \end{cases}$$

Nilai keanggotaan masukan 1 = 0

Nilai keanggotaan masukan 2 = 0

Nilai keanggotaan masukan 3 = 0

Nilai keanggotaan masukan 4 = 0

Nilai keanggotaan masukan 5 = 0

Nilai keanggotaan masukan 6 = 0

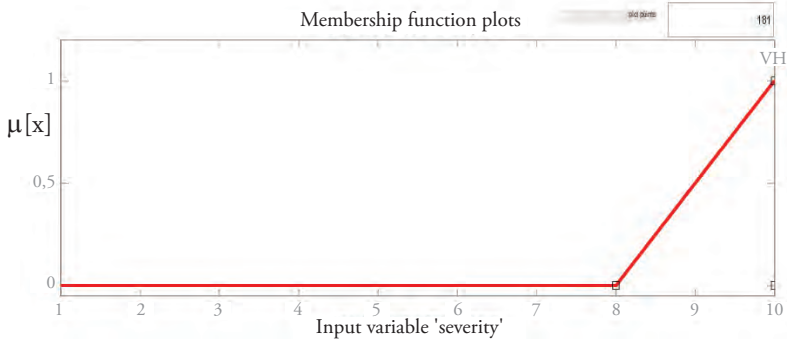
Nilai keanggotaan masukan 7 = 0

Nilai keanggotaan masukan 8 = 0

Nilai keanggotaan masukan 9 = $(9-8)/(10-8) = 0,5$

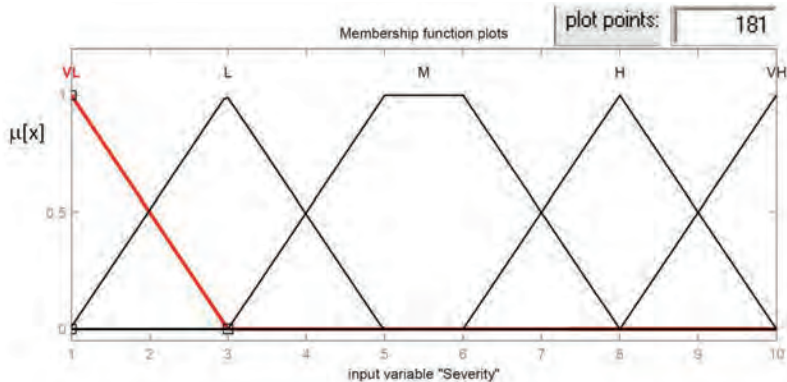
Nilai keanggotaan masukan 10 = 1

Fungsi keanggotaan *severity* untuk kategori *very high* dapat dilihat pada Gambar 4.13 berikut ini:



Gambar 4.13 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel *Severity* Kategori *Very High*

Variabel masukan *severity* (S) menggunakan kurva untuk merepresentasikan setiap kategori, yaitu kurva segitiga siku-siku pada variabel *very low* (VL) dan *very high* (VH) untuk mengakhiri variabel suatu daerah *fuzzy*. Kurva segitiga sama sisi digunakan untuk merepresentasikan variabel *low* (L) dan *high* (H), sedangkan kurva trapesium digunakan untuk merepresentasikan variabel *moderate* (M). Representasi variabel masukan *severity* dalam bentuk kurva dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel *Severity* (S)

2) Occurrence (O)

a) Kategori *Very Low* (VL)

$$f(x; 1, 1, 3) = \begin{cases} 1 & x < 1 \\ (3-x)/(3-1) & 1 \leq x \leq 3 \\ 0 & x \geq 3 \end{cases}$$

Nilai keanggotaan masukan 1 = 1

Nilai keanggotaan masukan 2 = $(3-2)/(3-1) = 0,5$

Nilai keanggotaan masukan 3 = 0

Nilai keanggotaan masukan 4 = 0

Nilai keanggotaan masukan 5 = 0

Nilai keanggotaan masukan 6 = 0

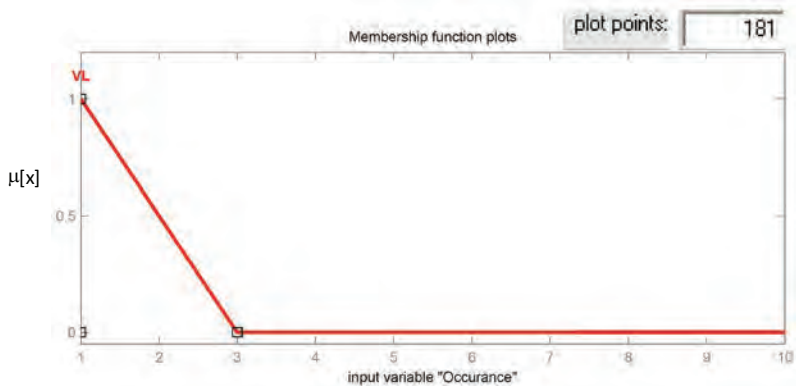
Nilai keanggotaan masukan 7 = 0

Nilai keanggotaan masukan 8 = 0

Nilai keanggotaan masukan 9 = 0

Nilai keanggotaan masukan 10 = 0

Fungsi keanggotaan *occurrence* untuk kategori *very low* dapat dilihat pada Gambar 4.15.



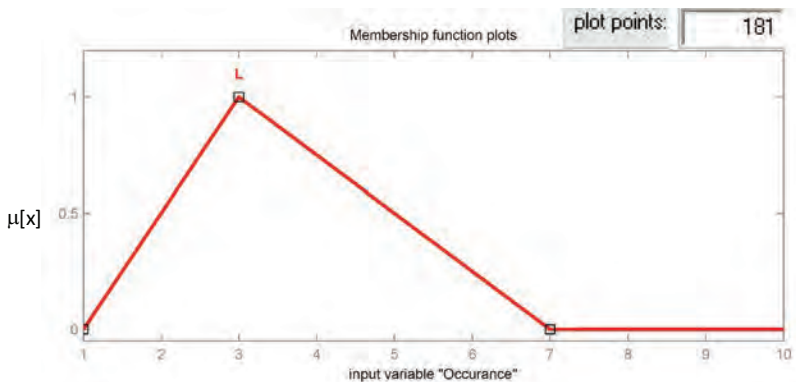
Gambar 4.15 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel *Occurrence* Kategori *Very Low*

b) Kategori *Low* (L)

$$f(x;1,3,7) = \begin{cases} 0 & x < 1 \\ (x-1)/(3-1) & 1 \leq x \leq 3 \\ (7-x)/(7-3) & 3 \leq x \leq 7 \\ 0 & x \geq 7 \end{cases}$$

- Nilai keanggotaan masukan 1 = 0
- Nilai keanggotaan masukan 2 = $(2-1)/(3-1) = 0,5$
- Nilai keanggotaan masukan 3 = $(3-1)/(3-1) = 1$
- Nilai keanggotaan masukan 4 = $(7-4)/(7-3) = 0,75$
- Nilai keanggotaan masukan 5 = $(7-5)/(7-3) = 0,5$
- Nilai keanggotaan masukan 6 = 0
- Nilai keanggotaan masukan 7 = 0
- Nilai keanggotaan masukan 8 = 0
- Nilai keanggotaan masukan 9 = 0
- Nilai keanggotaan masukan 10 = 0

Fungsi keanggotaan *occurrence* untuk kategori *low* dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel *Occurance* Kategori *Low*

c) Kategori *Moderate* (M)

$$f(x;2,5,6,9) = \begin{cases} 0 & x < 2 \\ (x-2)/(5-2) & 2 \leq x \leq 5 \\ 1 & 5 \leq x \leq 6 \\ (9-x)/(9-6) & 6 \leq x \leq 9 \\ 0 & x \geq 9 \end{cases}$$

Nilai keanggotaan masukan 1 = 0

Nilai keanggotaan masukan 2 = 0

Nilai keanggotaan masukan 3 = $(3-2)/(5-2) = 0,33$

Nilai keanggotaan masukan 4 = $(4-2)/(5-2) = 0,67$

Nilai keanggotaan masukan 5 = $(5-2)/(5-2) = 1$

Nilai keanggotaan masukan 6 = 1

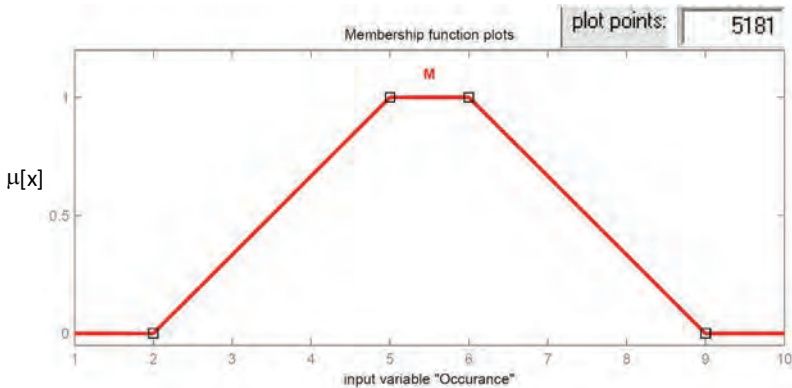
Nilai keanggotaan masukan 7 = $(9-7)/(9-6) = 0,67$

Nilai keanggotaan masukan 8 = $(9-8)/(9-6) = 0,33$

Nilai keanggotaan masukan 9 = 0

Nilai keanggotaan masukan 10 = 0

Fungsi keanggotaan *occurrence* untuk kategori *moderate* dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel *Occurrence* Kategori *Moderate*

d) Kategori *High* (H)

$$f(x;4,8,10) = \begin{cases} 0 & x < 4 \\ (x-4)/(8-4) & 4 \leq x \leq 8 \\ (10-x)/(10-8) & 8 \leq x \leq 10 \\ 0 & x \geq 10 \end{cases}$$

Nilai keanggotaan masukan 1 = 0

Nilai keanggotaan masukan 2 = 0

Nilai keanggotaan masukan 3 = 0

Nilai keanggotaan masukan 4 = 0

Nilai keanggotaan masukan 5 = $(5-4)/(8-4) = 0,25$

Nilai keanggotaan masukan 6 = $(6-4)/(8-4) = 0,5$

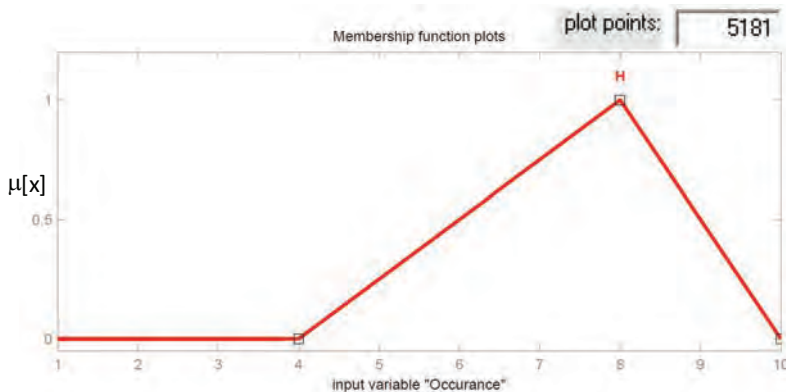
Nilai keanggotaan masukan 7 = $(7-4)/(8-4) = 0,75$

Nilai keanggotaan masukan 8 = $(10-8)/(10-8) = 1$

Nilai keanggotaan masukan 9 = $(10-9)/(10-8) = 0,5$

Nilai keanggotaan masukan 10 = 0

Fungsi keanggotaan *occurrence* untuk kategori *high* dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel *Occurance* Kategori *High*

e) Kategori *Very High* (VH)

$$f(x;8,10,10) = \begin{cases} 0 & x \leq 8 \\ (x-8)/(10-8) & 8 \leq x \leq 10 \\ 1 & x \geq 10 \end{cases}$$

Nilai keanggotaan masukan 1 = 0

Nilai keanggotaan masukan 2 = 0

Nilai keanggotaan masukan 3 = 0

Nilai keanggotaan masukan 4 = 0

Nilai keanggotaan masukan 5 = 0

Nilai keanggotaan masukan 6 = 0

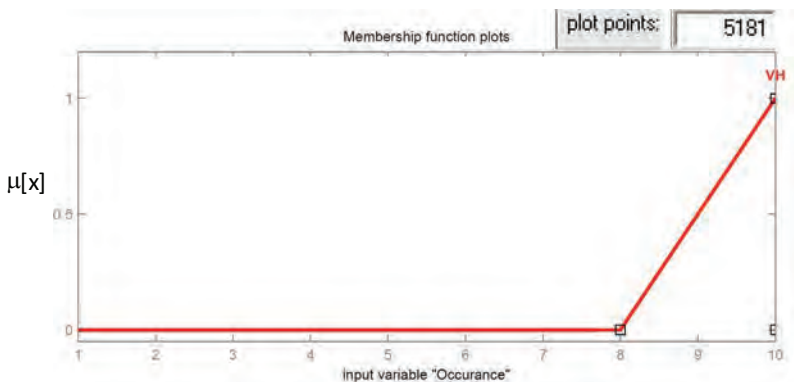
Nilai keanggotaan masukan 7 = 0

Nilai keanggotaan masukan 8 = 0

Nilai keanggotaan masukan 9 = $(9-8)/(10-8) = 0,5$

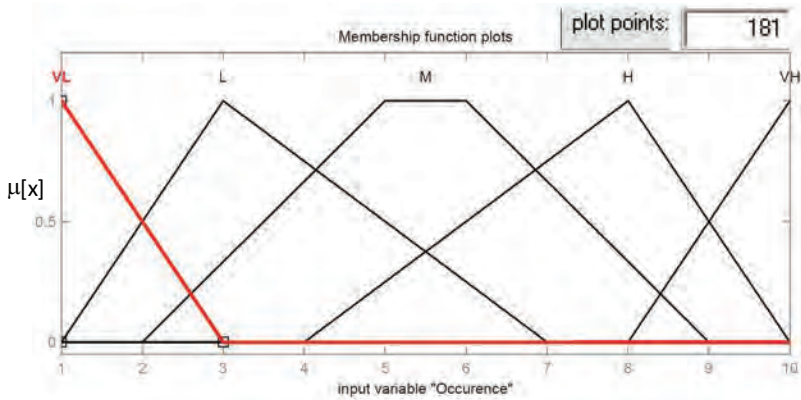
Nilai keanggotaan masukan 10 = 1

Fungsi keanggotaan *occurrence* untuk kategori *very high* dapat dilihat pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel *Occurrence* Kategori *Very High*

Variabel masukan *occurrence* (O) menggunakan kurva untuk merepresentasikan setiap kategori, yaitu kurva segitiga siku-siku pada variabel *very low* (VL) dan *very high* (VH) untuk mengawali dan mengakhiri variabel suatu daerah *fuzzy*. Kurva segitiga digunakan untuk merepresentasikan variabel *low* (L) dan *high* (H), sedangkan kurva trapesium digunakan untuk merepresentasikan variabel *moderate* (M). Representasi variabel masukan *occurrence* dapat dilihat pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20 Fungsi Seluruh Anggota dan Nilai Variabel *Occurrence* (O)

3) *Detection* (D)

a) Kategori *Very Low* (VL)

$$f(x; 1, 1, 3) = \begin{cases} 1 & x \leq 1 \\ (3-x)/(3-1) & 1 \leq x \leq 3 \\ 0 & x \geq 3 \end{cases}$$

Nilai keanggotaan masukan 1 = 1

Nilai keanggotaan masukan 2 = $(3-2)/(3-1) = 0,5$

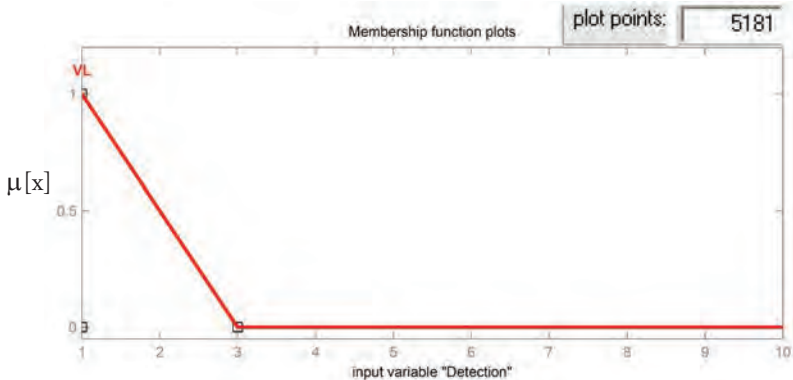
Nilai keanggotaan masukan 3 = 0

Nilai keanggotaan masukan 4 = 0

Nilai keanggotaan masukan 5 = 0

Nilai keanggotaan masukan 6 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 7 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 8 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 9 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 10 = 0

Fungsi keanggotaan *detection* untuk kategori *very low* dapat dilihat pada Gambar 4.21.



Gambar 4.21 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel *Detection* Kategori *Very Low*

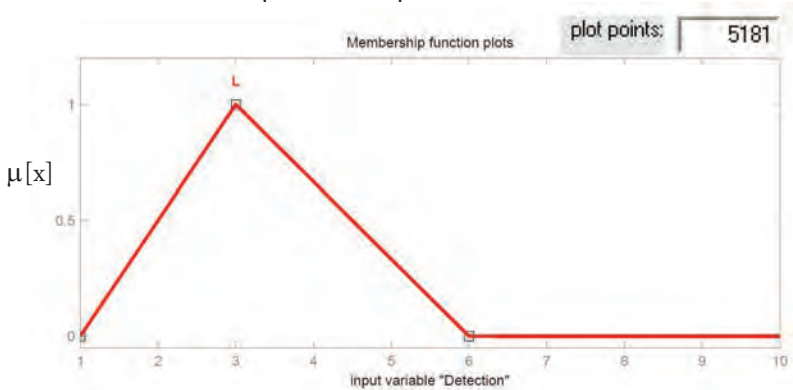
b) Kategori *Low* (L)

$$f(x; 1, 3, 6) = \begin{cases} 0 & x < 1 \\ (x-1)/(3-1) & 1 \leq x \leq 3 \\ (6-x)/(6-1) & 3 \leq x \leq 6 \\ 0 & x \geq 6 \end{cases}$$

Nilai keanggotaan masukan 1 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 2 = $(2-1)/(3-1) = 0,5$
 Nilai keanggotaan masukan 3 = $(3-1)/(3-1) = 1$
 Nilai keanggotaan masukan 4 = $(6-4)/(6-1) = 0,67$
 Nilai keanggotaan masukan 5 = $(6-5)/(6-1) = 0,33$
 Nilai keanggotaan masukan 6 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 7 = 0

Nilai keanggotaan masukan 8 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 9 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 10 = 0

Fungsi keanggotaan *detection* untuk kategori *low* dapat dilihat pada Gambar 4.22.



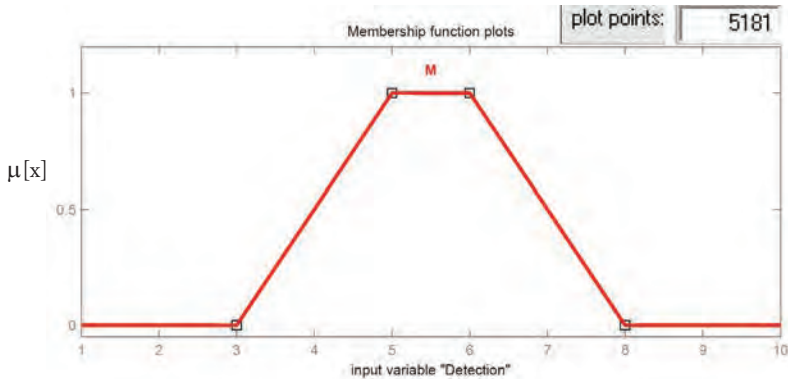
Gambar 4.22 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel *Detection* Kategori *Low*

c) Kategori *Moderate* (M)

$$f(x;3,5,6,8) = \begin{cases} 0 & x < 3 \\ (x-3)/(5-3) & 3 \leq x \leq 5 \\ 1 & 5 \leq x \leq 6 \\ (8-x)/(8-6) & 6 \leq x \leq 8 \\ 0 & x \geq 8 \end{cases}$$

Nilai keanggotaan masukan 1 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 2 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 3 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 4 = $(4-3)/(5-3) = 0,5$
 Nilai keanggotaan masukan 5 = 1
 Nilai keanggotaan masukan 6 = 1
 Nilai keanggotaan masukan 7 = $(8-7)/(8-6) = 0,5$
 Nilai keanggotaan masukan 8 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 9 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 10 = 0

Fungsi keanggotaan *detection* untuk kategori *moderate* dapat dilihat pada Gambar 4.23.



Gambar 4.23 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel *Detection* Kategori *Moderate*

d) Kategori *High* (H)

$$f(x;5,8,10) = \begin{cases} 0 & x < 5 \\ (x-5)/(8-5) & 5 \leq x \leq 8 \\ (10-x)/(10-8) & 8 \leq x \leq 10 \\ 0 & x \geq 10 \end{cases}$$

Nilai keanggotaan masukan 1 = 0

Nilai keanggotaan masukan 2 = 0

Nilai keanggotaan masukan 3 = 0

Nilai keanggotaan masukan 4 = 0

Nilai keanggotaan masukan 5 = 0

Nilai keanggotaan masukan 6 = $(6-5)/(8-5) = 0,33$

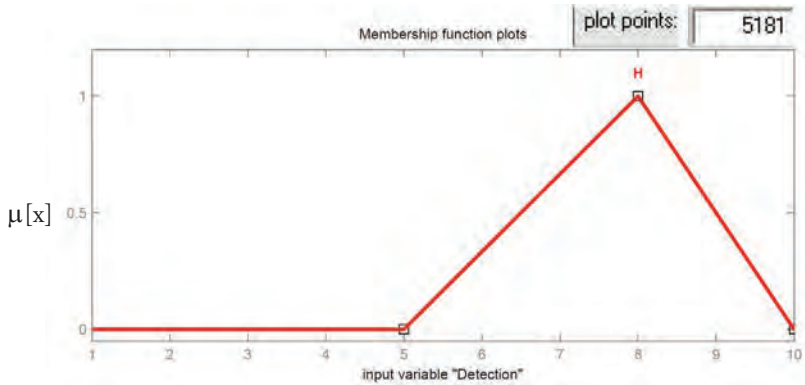
Nilai keanggotaan masukan 7 = $(7-5)/(8-5) = 0,67$

Nilai keanggotaan masukan 8 = $(8-5)/(8-5) = 1$

Nilai keanggotaan masukan 9 = $(10-9)/(10-8) = 0,5$

Nilai keanggotaan masukan 10 = 0

Fungsi keanggotaan *detection* untuk kategori *high* dapat dilihat pada Gambar 4.24.



Gambar 4.24 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel *Detection* Kategori *High*

e) Kategori *Very High* (VH)

$$f(x;8,10,10) = \begin{cases} 0 & x < 8 \\ (x-8)/(10-8) & 8 \leq x \leq 10 \\ 1 & x \geq 10 \end{cases}$$

Nilai keanggotaan masukan 1 = 0

Nilai keanggotaan masukan 2 = 0

Nilai keanggotaan masukan 3 = 0

Nilai keanggotaan masukan 4 = 0

Nilai keanggotaan masukan 5 = 0

Nilai keanggotaan masukan 6 = 0

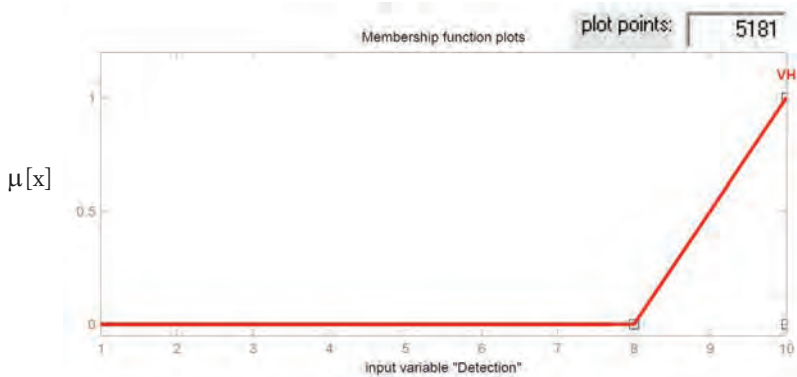
Nilai keanggotaan masukan 7 = 0

Nilai keanggotaan masukan 8 = 0

Nilai keanggotaan masukan 9 = $(9-8)/(10-8) = 0,5$

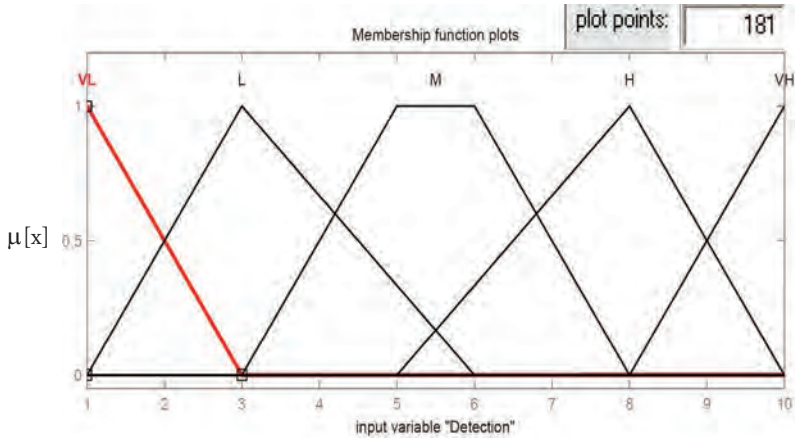
Nilai keanggotaan masukan 10 = 1

Fungsi keanggotaan *detection* untuk kategori *very high* dapat dilihat pada Gambar 4.25.



Gambar 4.25 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel *Detection* Kategori *Very High*

Variabel masukan *detection* (D) menggunakan kurva untuk merepresentasikan setiap kategori, yaitu kurva segitiga siku-siku pada variabel *very low* (VL) dan *very high* (VH) untuk mengakhiri variabel suatu daerah *fuzzy*. Kurva segitiga digunakan untuk merepresentasikan variabel *low* (L) dan *high* (H), sedangkan kurva trapesium digunakan untuk merepresentasikan variabel *moderate* (M). Representasi variabel masukan *detection* dapat dilihat pada Gambar 4.26.



Gambar 4.26 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel *Detection*

2. Pembentukan Himpunan Keluaran (*Output*) *Fuzzy*

Batas nilai keluaran adalah 1000 karena nilai tertinggi untuk setiap masukan S, O, dan D adalah 10. Rentang nilai keluaran F-RPN adalah 100 sampai dengan 1000 dan dibagi atas 10 kategori, yaitu:

- 1) *None* (N)
- 2) *Very low* (VL)
- 3) *Low* (L)
- 4) *High low* (HL)
- 5) *Low medium* (LM)
- 6) *Medium* (M)
- 7) *High medium* (HM)
- 8) *Low high* (LH)
- 9) *High* (H)
- 10) *Very high* (VH).

Langkah-langkah pembentukan variabel keluaran adalah sebagai berikut.

1) Parameter Fungsi Keanggotaan Variabel Keluaran (*Output*)

Parameter fungsi keanggotaan dari variabel keluaran dapat dilihat pada Tabel 4.12. Sebagai contoh, kategori *none* (N) memiliki tipe segitiga sehingga parameter fungsi keanggotaan variabel keluarannya adalah [100 100 200]. Penjelasan rinci mengenai parameter, fungsi, dan gambar fungsi keanggotaan keluaran dapat dilihat pada subbab bagian kedua.

Tabel 4.12 Parameter Fungsi Keanggotaan Variabel *Output*

Kategori	Tipe Kurva	Parameter
N	Segitiga	[100 100 200]
VL	Segitiga	[100 200 300]
L	Segitiga	[200 300 400]
HL	Segitiga	[300 400 500]
LM	Segitiga	[400 500 600]
M	Segitiga	[500 600 700]
HM	Segitiga	[600 700 800]
LH	Segitiga	[700 800 900]
H	Segitiga	[800 900 1000]
VH	Segitiga	[900 1000 1000]

2) Penghitungan Fungsi Keanggotaan Keluaran (*Output*)

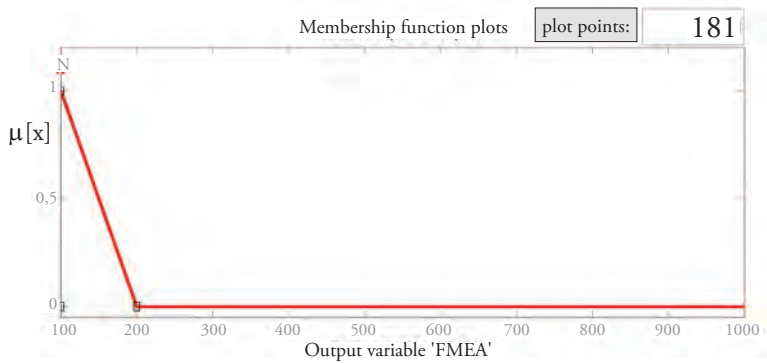
Penghitungan fungsi keanggotaan keluaran untuk setiap kategori yang terdapat pada Tabel 4.12 adalah sebagai berikut.

a) Kategori *None* (N)

$$f(x; 100, 100, 200) = \begin{cases} 1 & x < 100 \\ (200-x)/(200-100) & 100 \leq x \leq 200 \\ 0 & x \geq 200 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan keluaran untuk kategori *none* disajikan pada Gambar 4.27.



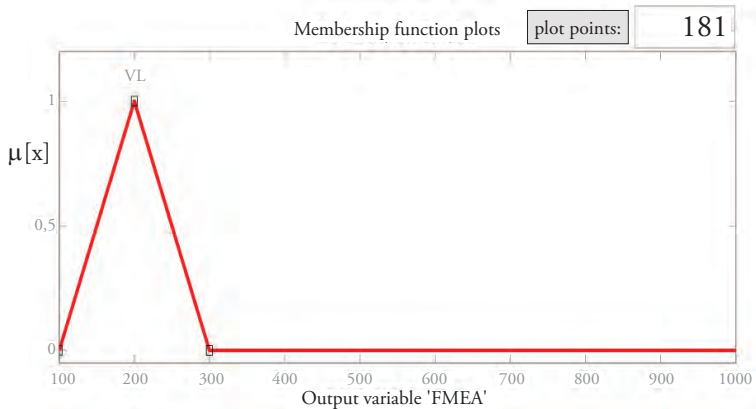


Gambar 4.27 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel *Output* Kategori *None*

b) Kategori *Very Low* (VL)

$$f(x; 100, 200, 300) = \begin{cases} 0 & x < 100 \\ (x-100)/(200-100) & 100 \leq x \leq 200 \\ (300-x)/(300-200) & 200 \leq x \leq 300 \\ 0 & x \geq 300 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan keluaran untuk kategori *very low* disajikan pada Gambar 4.28.

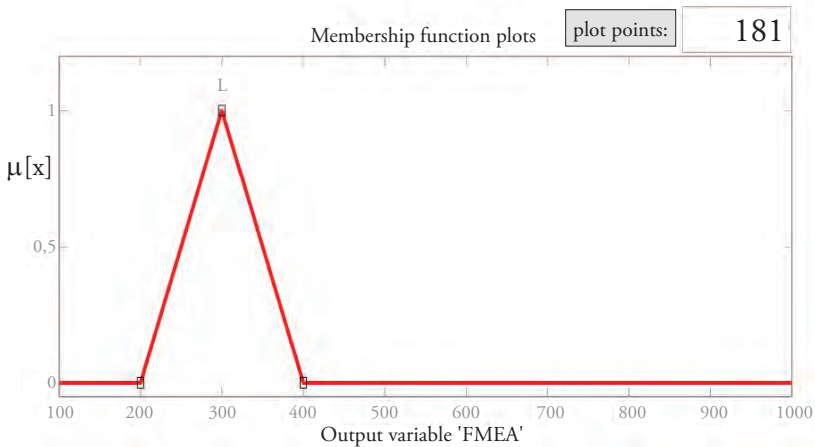


Gambar 4.28 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel *Output* Kategori *Very Low*

c) Kategori *Low* (L)

$$f(x;200,300,400) = \begin{cases} 0 & x < 200 \\ (x-200)/(300-200) & 200 \leq x \leq 300 \\ (400-x)/(400-300) & 300 \leq x \leq 400 \\ 0 & x \geq 400 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan keluaran untuk kategori *low* disajikan pada Gambar 4.29.

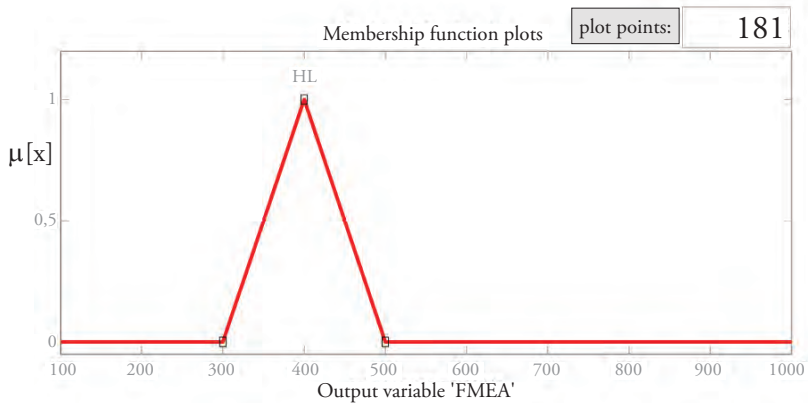


Gambar 4.29 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel *Output* Kategori *Low*

d) Kategori *High Low* (HL)

$$f(x;300,400,500) = \begin{cases} 0 & x < 300 \\ (x-300)/(400-300) & 300 \leq x \leq 400 \\ (500-x)/(500-400) & 400 \leq x \leq 500 \\ 0 & x \geq 500 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan keluaran untuk kategori *high low* disajikan pada Gambar 4.30.

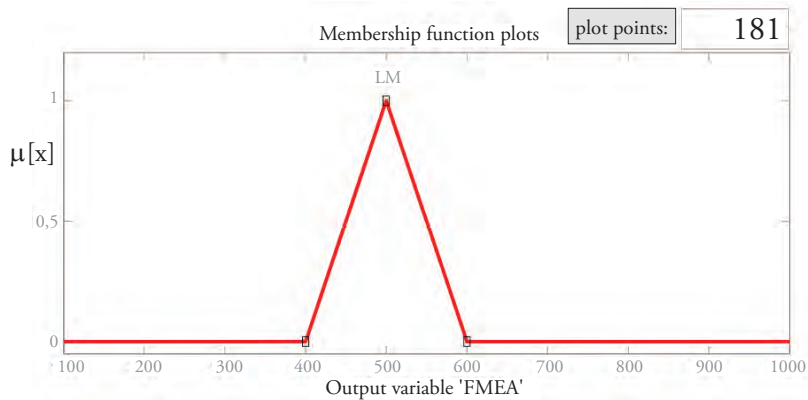


Gambar 4.30 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel *Output* Kategori *High Low*

e) Kategori *Low Medium* (LM)

$$f(x;400,500,600) = \begin{cases} 0 & x < 400 \\ (x-400)/(500-400) & 400 \leq x \leq 500 \\ (600-x)/(600-500) & 500 \leq x \leq 600 \\ 0 & x \geq 600 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan keluaran untuk kategori *low medium* disajikan pada Gambar 4.31.

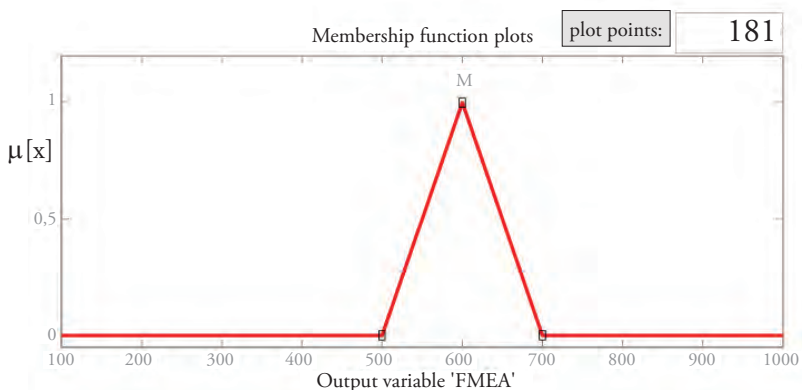


Gambar 4.31 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel *Output* Kategori *Low Medium*

f) Kategori *Medium* (M)

$$f(x;500,600,700) = \begin{cases} 0 & x < 500 \\ (x-500)/(600-500) & 500 \leq x \leq 600 \\ (700-x)/(700-600) & 600 \leq x \leq 700 \\ 0 & x \geq 700 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan keluaran untuk kategori *medium* disajikan pada Gambar 4.32.

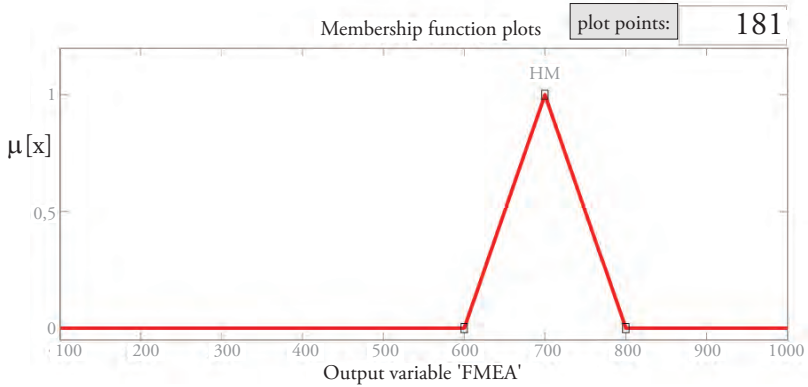


Gambar 4.32 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel *Output* Kategori *Medium*

g) Kategori *High Medium* (HM)

$$f(x;600,700,800) = \begin{cases} 0 & x < 600 \\ (x-600)/(700-600) & 600 \leq x \leq 700 \\ (800-x)/(800-700) & 700 \leq x \leq 800 \\ 0 & x \geq 800 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan keluaran untuk kategori *high medium* disajikan pada Gambar 4.33.

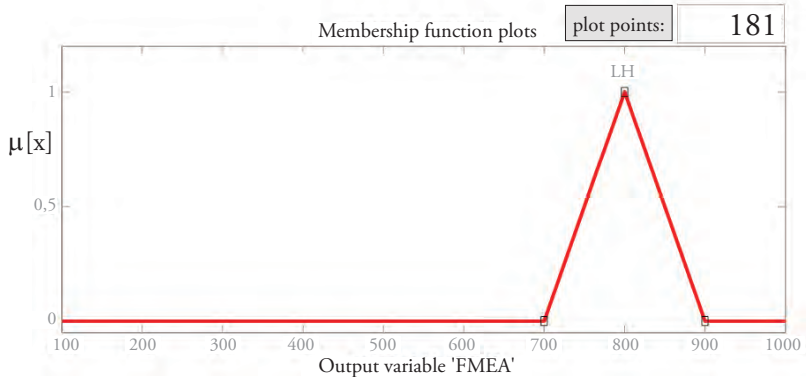


Gambar 4.33 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel *Output* Kategori *High Medium*

h) Kategori *Low High* (LH)

$$f(x;700,800,900) = \begin{cases} 0 & x < 700 \\ (x-700)/(800-700) & 700 \leq x \leq 800 \\ (900-x)/(900-800) & 800 \leq x \leq 900 \\ 0 & x \geq 900 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan keluaran untuk kategori *low high* disajikan pada Gambar 4.34.

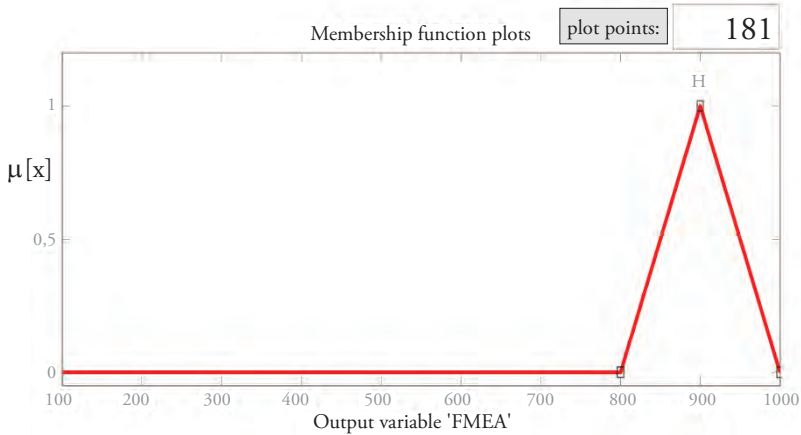


Gambar 4.34 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel *Output* Kategori *Low High*

i) Kategori *High* (H)

$$f(x;800,900,1000) = \begin{cases} 0 & x < 800 \\ (x-800)/(900-800) & 800 \leq x \leq 900 \\ (1000-x)/(1000-900) & 900 \leq x \leq 1000 \\ 0 & x \geq 1000 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan keluaran untuk kategori tinggi disajikan pada Gambar 4.35.

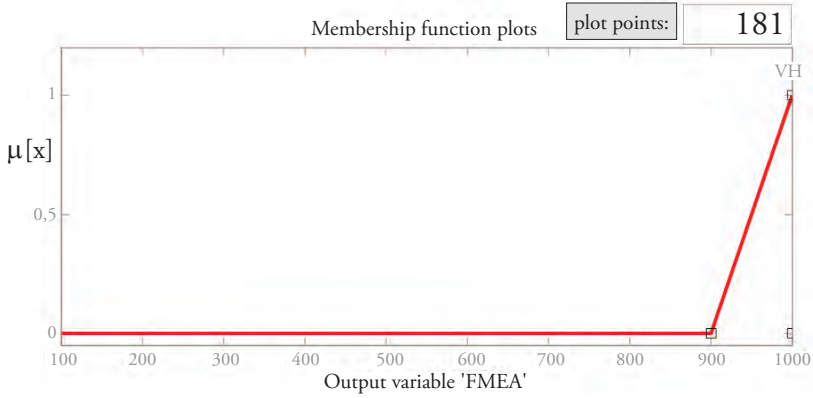


Gambar 4.35 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel *Output* Kategori *High*

j) Kategori *Very High* (VH)

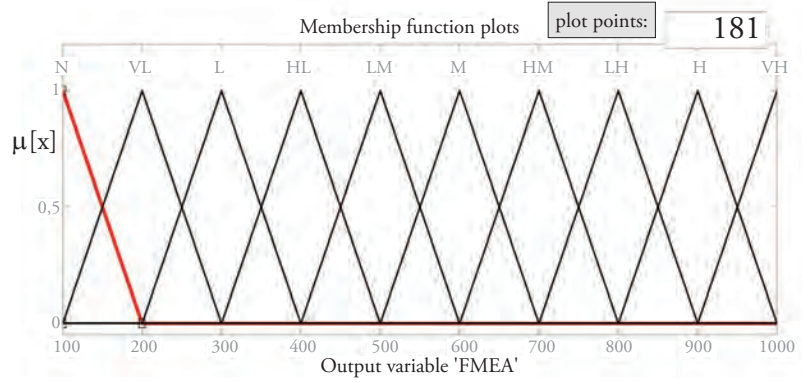
$$f(x;900,1000,1000) = \begin{cases} 0 & x < 900 \\ (x-900)/(1000-900) & 900 \leq x \leq 1000 \\ 1 & x \geq 1000 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan keluaran untuk kategori sangat tinggi disajikan pada Gambar 4.36.



Gambar 4.36 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel *Output* Kategori *Very High*

Representasi kurva dari variabel keluaran untuk keseluruhan kategori dapat dilihat pada Gambar 4.37.



Gambar 4.37 Fungsi Anggota dan Nilai Variabel Keluaran (*Output*)

3. Aturan *Fuzzy*

Aturan *fuzzy* menggambarkan tingkat kekritisn dari sebuah kegagalan untuk setiap kombinasi variabel masukan. Semua aturan ini secara konvensional diformulasikan dalam bentuk linguistik dan

diekspresikan dalam bentuk jika-maka. Aturan *fuzzy* selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.13. Sebagai contoh, jika nilai masukan *severity* (S) adalah *very low* (VL), nilai masukan *occurrence* (O) adalah *very low* (VL), dan nilai masukan *detection* (D) adalah *very low* (VL) maka diperoleh nilai keluaran *fuzzy* RPN berdasarkan aturan tersebut bernilai *none* (N).

Tabel 4.13 Dasar Aturan Variabel Masukan untuk Penentuan Keluaran *Fuzzy* (Aturan *Fuzzy*)

No. (1)	Severity (2)	Occurrence (3)	Detection (4)	Fuzzy Output (5)
1	Very Low (VL)	Very Low (VL)	Very Low (VL)	None (N)
2	Very Low (VL)	Very Low (VL)	Low (L)	None (N)
3	Very Low (VL)	Very Low (VL)	Medium (M)	Very Low (VL)
4	Very Low (VL)	Very Low (VL)	High (H)	Very Low (VL)
5	Very Low (VL)	Very Low (VL)	Very High (VH)	Low (L)
6	Very Low (VL)	Low (L)	Very Low (VL)	Very Low (VL)
7	Very Low (VL)	Low (L)	Low (L)	Low (L)
8	Very Low (VL)	Low (L)	Medium (M)	Low (L)
9	Very Low (VL)	Low (L)	High (H)	High Low (HL)
10	Very Low (VL)	Low (L)	Very High (VH)	Low Medium (LM)
11	Very Low (VL)	Medium (M)	Very Low (VL)	Very Low (VL)
12	Very Low (VL)	Medium (M)	Low (L)	Low (L)
13	Very Low (VL)	Medium (M)	Medium (M)	Low (L)
14	Very Low (VL)	Medium (M)	High (H)	High Low (HL)
15	Very Low (VL)	Medium (M)	Very High (VH)	High Low (HL)
16	Very Low (VL)	High (H)	Very Low (VL)	Low (L)
17	Very Low (VL)	High (H)	Low (L)	High Low (HL)
18	Very Low (VL)	High (H)	Medium (M)	Low Medium (LM)
19	Very Low (VL)	High (H)	High (H)	Medium (M)
20	Very Low (VL)	High (H)	Very High (VH)	High Medium (HM)
21	Very Low (VL)	Very High (VH)	Very Low (VL)	High Low (HL)
22	Very Low (VL)	Very High (VH)	Low (L)	Low Medium (LM)



No. (1)	Severity (2)	Occurrence (3)	Detection (4)	Fuzzy Output (5)
23	Very Low (VL)	Very High (VH)	Medium (M)	Medium (M)
24	Very Low (VL)	Very High (VH)	High (H)	High Medium (HM)
25	Very Low (VL)	Very High (VH)	Very High (VH)	High (H)
26	Low (L)	Very Low (VL)	Very Low (VL)	None (N)
27	Low (L)	Very Low (VL)	Low (L)	None (N)
28	Low (L)	Very Low (VL)	Medium (M)	Very Low(VL)
29	Low (L)	Very Low (VL)	High (H)	Low (L)
30	Low (L)	Very Low (VL)	Very High (VH)	Low (L)
31	Low (L)	Low (L)	Very Low (VL)	Very Low(VL)
32	Low (L)	Low (L)	Low (L)	Low (L)
33	Low (L)	Low (L)	Medium (M)	High Low (HL)
34	Low (L)	Low (L)	High (H)	Low Medium (LM)
35	Low (L)	Low (L)	Very High (VH)	Medium (M)
36	Low (L)	Medium (M)	Very Low (VL)	High Low (HL)
37	Low (L)	Medium (M)	Low (L)	Low Medium (LM)
38	Low (L)	Medium (M)	Medium (M)	Medium (M)
39	Low (L)	Medium (M)	High (H)	High Medium (HM)
40	Low (L)	Medium (M)	Very High (VH)	Low High (LH)
41	Low (L)	High (H)	Very Low (VL)	Low Medium (LM)
42	Low (L)	High (H)	Low (L)	Medium (M)
43	Low (L)	High (H)	Medium (M)	High Medium (HM)
44	Low (L)	High (H)	High (H)	Low High (LH)
45	Low (L)	High (H)	Very High (VH)	High (H)
46	Low (L)	Very High (VH)	Very Low (VL)	Low Medium (LM)
47	Low (L)	Very High (VH)	Low (L)	Low Medium (LM)
48	Low (L)	Very High (VH)	Medium (M)	Medium (M)
49	Low (L)	Very High (VH)	High (H)	High (H)
50	Low (L)	Very High (VH)	Very High (VH)	High (H)
51	Medium (M)	Very Low (VL)	Very Low (VL)	Very Low(VL)
52	Medium (M)	Very Low (VL)	Low (L)	Very Low(VL)



No. (1)	Severity (2)	Occurrence (3)	Detection (4)	Fuzzy Output (5)
53	Medium (M)	Very Low (VL)	Medium (M)	Low (L)
54	Medium (M)	Very Low (VL)	High (H)	High Low (HL)
55	Medium (M)	Very Low (VL)	Very High (VH)	Low Medium (LM)
56	Medium (M)	Low (L)	Very Low (VL)	Low (L)
57	Medium (M)	Low (L)	Low (L)	High Low (HL)
58	Medium (M)	Low (L)	Medium (M)	Low Medium (LM)
59	Medium (M)	Low (L)	High (H)	Medium (M)
60	Medium (M)	Low (L)	Very High (VH)	High Medium (HM)
61	Medium (M)	Medium (M)	Very Low (VL)	Low Medium (LM)
62	Medium (M)	Medium (M)	Low (L)	Medium (M)
63	Medium (M)	Medium (M)	Medium (M)	High Medium (HM)
64	Medium (M)	Medium (M)	High (H)	Low High (LH)
65	Medium (M)	Medium (M)	Very High (VH)	High (H)
66	Medium (M)	High (H)	Very Low (VL)	Low (L)
67	Medium (M)	High (H)	Low (L)	High Low (HL)
68	Medium (M)	High (H)	Medium (M)	Low Medium (LM)
69	Medium (M)	High (H)	High (H)	High Medium (HM)
70	Medium (M)	High (H)	Very High (VH)	Low High (LH)
71	Medium (M)	Very High (VH)	Very Low (VL)	Low High (LH)
72	Medium (M)	Very High (VH)	Low (L)	Medium (M)
73	Medium (M)	Very High (VH)	Medium (M)	High Medium (HM)
74	Medium (M)	Very High (VH)	High (H)	Low High (LH)
75	Medium (M)	Very High (VH)	Very High (VH)	High (H)
76	High (H)	Very Low (VL)	Very Low (VL)	None (N)
77	High (H)	Very Low (VL)	Low (L)	Very Low (VL)
78	High (H)	Very Low (VL)	Medium (M)	Low (L)
79	High (H)	Very Low (VL)	High (H)	Low (L)
80	High (H)	Very Low (VL)	Very High (VH)	High Low (HL)
81	High (H)	Low (L)	Very Low (VL)	Very Low (VL)
82	High (H)	Low (L)	Low (L)	Low (L)



No. (1)	Severity (2)	Occurrence (3)	Detection (4)	Fuzzy Output (5)
83	High (H)	Low (L)	Medium (M)	High Low (HL)
84	High (H)	Low (L)	High (H)	Low Medium (LM)
85	High (H)	Low (L)	Very High (VH)	Medium (M)
86	High (H)	Medium (M)	Very Low (VL)	Low (L)
87	High (H)	Medium (M)	Low (L)	High Low (HL)
88	High (H)	Medium (M)	Medium (M)	Low Medium (LM)
89	High (H)	Medium (M)	High (H)	Medium (M)
90	High (H)	Medium (M)	Very High (VH)	High Medium (HM)
91	High (H)	High (H)	Very Low (VL)	Low Medium (LM)
92	High (H)	High (H)	Low (L)	Medium (M)
93	High (H)	High (H)	Medium (M)	High Medium (HM)
94	High (H)	High (H)	High (H)	Low High (LH)
95	High (H)	High (H)	Very High (VH)	High (H)
96	High (H)	Very High (VH)	Very Low (VL)	Medium (M)
97	High (H)	Very High (VH)	Low (L)	High Medium (HM)
98	High (H)	Very High (VH)	Medium (M)	Low High (LH)
99	High (H)	Very High (VH)	High (H)	High (H)
100	High (H)	Very High (VH)	Very High (VH)	Very High (VH)
101	Very High (VH)	Very Low (VL)	Very Low (VL)	Very Low (VL)
102	Very High (VH)	Very Low (VL)	Low (L)	Very Low (VL)
103	Very High (VH)	Very Low (VL)	Medium (M)	Low (L)
104	Very High (VH)	Very Low (VL)	High (H)	Low (L)
105	Very High (VH)	Very Low (VL)	Very High (VH)	High Low (HL)
106	Very High (VH)	Low (L)	Very Low (VL)	Low (L)
107	Very High (VH)	Low (L)	Low (L)	High Low (HL)
108	Very High (VH)	Low (L)	Medium (M)	High Low (HL)
109	Very High (VH)	Low (L)	High (H)	Low Medium
110	Very High (VH)	Low (L)	Very High (VH)	Medium (M)
111	Very High (VH)	Medium (M)	Very Low (VL)	High Low (HL)
112	Very High (VH)	Medium (M)	Low (L)	High Low (HL)



No. (1)	Severity (2)	Occurrence (3)	Detection (4)	Fuzzy Output (5)
113	Very High (VH)	Medium (M)	Medium (M)	Low Medium (LM)
114	Very High (VH)	Medium (M)	High (H)	Medium (M)
115	Very High (VH)	Medium (M)	Very High (VH)	High Medium (HM)
116	Very High (VH)	Medium (M)	Very Low (VL)	Low Medium (LM)
117	Very High (VH)	High (H)	Low (L)	Medium (M)
118	Very High (VH)	High (H)	Medium (M)	High Medium (HM)
119	Very High (VH)	High (H)	High (H)	Low High (LH)
120	Very High (VH)	High (H)	Very High (VH)	High (H)
121	Very High (VH)	High (H)	Very Low (VL)	High Medium (HM)
122	Very High (VH)	Very High (VH)	Low (L)	Low High (LH)
123	Very High (VH)	Very High (VH)	Medium (M)	High (H)
124	Very High (VH)	Very High (VH)	High (H)	Very High (VH)
125	Very High (VH)	Very High (VH)	Very High (VH)	Very High (VH)

L. Penilaian Risiko dengan Matriks Risiko

Ilustrasi penilaian risiko pada studi kasus pengendalian rekaman ini dilakukan oleh tiga orang penilai. Penilai risiko disebut tim penilai yang selanjutnya akan melakukan tugasnya untuk menilai risiko pada setiap mode kegagalan yang ada pada proses pengendalian rekaman. Penilaian tidak dilakukan oleh tim dengan pertimbangan untuk menjaga reliabilitas hasil penilaian karena seperti yang dikemukakan oleh Nazir (2011), pada proses penilaian dengan menggunakan skala pemingkatan, penilai harus dilakukan lebih dari satu orang karena jika dilakukan hanya oleh satu orang maka hasilnya dianggap kurang reliabel. Tim penilai risiko adalah pihak yang memahami proses secara baik. Dalam hal ini, pemangku kepentingan maupun pemilik proses merupakan personil yang tepat untuk melakukan penilaian risiko ini.

Penilaian risiko proses pengendalian rekaman dilakukan dengan menggunakan matriks risiko yang dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Matriks Penilaian Risiko

ID Proses (1)	Mode Kegagalan (2)	Dampak Kegagalan (3)	S Penyebab Kegagalan (4) (5)	O (6)	Metode Deteksi (7)	D (8)	RPN (9)
1	Kesalahan penulisan rekaman pada daftar rekaman	Penulisan ulang daftar rekaman (<i>rework</i>)	<ul style="list-style-type: none"> Proses <i>input</i> terburu-buru Ketidakteelitian pada proses <i>input</i> Tidak konsentrasi 		Verifikasi daftar rekaman		
2	Kesalahan perekaman yang tidak terkoreksi	Penggunaan daftar rekaman tidak valid	<ul style="list-style-type: none"> Proses verifikasi terburu-buru Ketidakteelitian verifikasi Tidak konsentrasi 		Audit dokumen		
3	Kesalahan <i>input</i> daftar induk rekaman pada SEMAR	<i>Input</i> data ulang (<i>rework</i>)	<ul style="list-style-type: none"> Proses <i>input</i> terburu-buru Ketidakteelitian pada proses <i>input</i> Tidak konsentrasi Tidak ada standar <i>input</i> rekaman pada SEMAR Instruksi kerja <i>input</i> data pada aplikasi SEMAR tidak ditetapkan Kesalahan pemrograman sistem Data <i>input</i> tidak tersimpan 		Audit		
		Penggunaan daftar rekaman tidak valid	<ul style="list-style-type: none"> Proses <i>input</i> terburu-buru Ketidakteelitian pada proses <i>input</i> Tidak konsentrasi Tidak ada standar <i>input</i> rekaman pada SEMAR Instruksi kerja <i>input</i> data pada aplikasi SEMAR tidak ditetapkan Kesalahan pemrograman sistem Data <i>input</i> tidak tersimpan 		Audit		



ID Proses	Mode Kegagalan	Dampak Kegagalan	S Penyebab Kegagalan	O	Metode Deteksi	D	RPN
(1)	(2)	(3)	(4) (5)	(6)	(7)	(8)	(9)
4	Kesalahan pemilihan tempat penyimpanan rekaman	Rekaman rusak	<ul style="list-style-type: none"> Tidak diberikan pelatihan penyimpanan rekaman Kurangnya pengetahuan petugas akan pentingnya pemilihan tempat penyimpanan rekaman 	penyimpanan	Audit		
		Rekaman sulit ditemukan kembali saat dibutuhkan	<ul style="list-style-type: none"> Kesalahan pengkategorian jenis rekaman Tidak ada acuan/ketentuan pengkategorian rekaman 		Audit		
5	Kesalahan pencatatan peminjaman/permintaan dokumen	Daftar rekaman tidak valid Rekaman hilang	<ul style="list-style-type: none"> Tidak konsentrasi Kesalahan pengisian kolom pencatatan Buku pencatatan tidak tersedia Proses pencatatan terburu-buru 		Audit		



Matriks penilaian risiko pada Tabel 4.14 digunakan tim penilai risiko untuk menilai risiko pada proses pengendalian rekaman. Ilustrasi penilaian dilakukan oleh tiga orang penilai yang terdiri atas pemilik dan pemangku kepentingan proses. Selanjutnya, diperoleh hasil penilaian risiko yang dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Hasil penilaian risiko pada Tabel 4.15 dihitung nilai rata-ratanya terlebih dahulu dengan rataan geometrik sebelum dilakukan penghitungan nilai risikonya. Forman dan Selly (2001) mengungkapkan alasan rataan geometrik dipilih karena angka penilaian dalam FMEA merupakan rentang dan memiliki sifat yang berbeda. Penghitungan rataan geometrik dari kriteria S, O, dan D menggunakan rumus sebagai berikut:

$$G = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n X_i}$$

Keterangan:

G = rata-rata ukur geomterik

n = jumlah sampel

\prod = Perkalian nilai sampel ke -i

X_i = Nilai sampel ke i

Hasil rataan geometrik dapat dilihat pada Tabel 4.15 pada kolom (15) sampai dengan (17). Hasil penghitungan rataan geometrik kriteria S, O, dan D mendasari penghitungan nilai RPN (FMEA tradisional) dan F-RPN (*fuzzy*-FMEA). Penghitungan nilai RPN dilakukan dengan rumus perkalian kriteria S x O x D, sedangkan F-RPN dihitung dengan menggunakan sistem inferensi *fuzzy* yang sudah ditetapkan sebelumnya. Contoh perhitungan F-RPN secara manual dapat dilihat pada Subbab M. Penghitungan nilai F-RPN secara otomatis pada studi kasus ini menggunakan perangkat lunak *MatLab*.



Tabel 4.15 Hasil Penilaian Risiko

ID	Mode Kegagalan (1)	Dampak Kegagalan (3)	S1 (4)	S2 (5)	S3 (6)	S3 (7)	O1 (8)	O2 (9)	O3 (10)	Metode Deteksi (11)	D1 (12)	D2 (13)	D3 (14)	S (15)	O (16)	D (17)
1	Kesalahan penulisan rekaman pada daftar rekaman	Penulisan ulang daftar rekaman	3	2	4	<ul style="list-style-type: none"> Proses <i>input</i> terburu-buru Ketidaktelitian pada proses <i>input</i> Tidak konsentrasi 	5	6	4	Verifikasi daftar rekaman	2	2	2	2,88	4,93	2
2	Kesalahan perekaman yang tidak terkorksi	Penggunaan daftar rekaman tidak valid	5	6	7	<ul style="list-style-type: none"> Proses verifikasi terburu-buru Ketidaktelitian verifikasi Tidak konsentrasi 	3	3	4	Audit	1	1	1	5,94	3,30	1
3	Kesalahan daftar induk rekaman pada SEMAR	<i>Input</i> ulang data (<i>rework</i>)	4	8	6	<ul style="list-style-type: none"> Proses <i>input</i> terburu-buru Ketidaktelitian pada proses <i>input</i> Tidak konsentrasi Tidak ada standar rekaman pada SEMAR Instruksi kerja input data pada aplikasi SEMAR tidak ditetapkan Kesalahan pemrograman sistem Data <i>input</i> tidak tersimpan 	4	3	4	Audit	3	4	3	5,77	3,63	3,3
							5	5	7						5,59	
							5	6	3						4,48	
							7	3	5						4,72	
							2	4	3						2,88	
							1	1	4						1,59	
							1	1	3						1,44	



ID	Mode Kegagalan (2)	Dampak Kegagalan (3)	S1 (4)	S2 (5)	S3 (6)	S3 (7)	O1 (8)	O2 (9)	O3 (10)	Metode (11)	D1 (12)	D2 (13)	D3 (14)	S (15)	O (16)	D (17)			
	Proses (1)	Penggunaan daftar rekaman tidak valid	5	6	6	• Proses input terburu-buru	4	4	4	Audit	2	3	3	5,65	4,00	2,62			
			• Ketidaktelitian pada proses input	2	2	4	2	2	4	2,52									
			• Tidak konsentrasi	3	4	6	3	4	6	4,16									
			• Tidak ada standar input rekaman pada SEMAR	5	1	3	5	1	3	2,47									
4	Kesalahan pemilihan tempat penyimpanan rekaman	Rekaman rusak	8	9	8	• Instruksi kerja memasukkan data pada aplikasi SEMAR tidak ditetapkan	1	4	3								2,29		
			• Kesalahan pemrograman sistem	3	6	4	3	6	4	4,16									
			• Data input tidak ditetapkan	1	1	4	1	1	4	1,59									
			• Tidak diberikan pelatihan	3	5	4	3	5	4	8,32		2	3	2	8,32	3,91	2,29		
5	Kesalahan pencatatan/peminjaman/permintaan dokumen	Rekaman sulit ditemukan kembali saat dibutuhkan	5	6	4	• Penyimpanan rekaman	3	4	3								1,26		
			• Kesalahan pengategorian jenis rekaman	3	4	3	3	4	3	4,93		2	1	1	4,93	3,30	1,26		
			• Tidak ada acuan/ketentuan	2	2	5	2	2	5	2,71									
			• pengategorian rekaman	2	1	1	2	1	1	6,21		1	2	1	6,21	1,26	1,26		
6	Rekaman hilang	Rekaman tidak valid	5	6	8	• Tidak konsentrasi	3	1	2								1,82		
			• Kesalahan pengisian kolom pencatatan	3	1	2	3	1	2										
			• Buku catatan tidak tersedia	4	2	3	4	2	3	6,32		2	2	3	6,32	2,88	2,29		
7	Proses pencatatan terburu-buru	Rekaman hilang	6	5	4	• Proses pencatatan terburu-buru	6	5	4								4,93		

M. Penghitungan *Fuzzy-Risk Priority Number* (F-RPN)

Penghitungan nilai F-RPN pada studi kasus ini menggunakan perangkat lunak *MatLab* dengan FIS yang sudah ditetapkan sebelumnya. Ilustrasi perhitungan nilai F-RPN dengan menggunakan perangkat lunak *MatLab* adalah sebagai berikut.

Jika nilai $S = 1$, $O = 1$, dan $D = 1$ maka penghitungan untuk memperoleh nilai F-RPN diawali dengan mengubah nilai S , O , dan D ke dalam variabel linguistik sesuai dengan skala linguistik yang sudah ditentukan. Berdasarkan nilai masukan tersebut maka diketahui nilai *input severity* (S) bernilai 1 dengan kategori variabel linguistiknya *very low*, nilai *input occurrence* (O) bernilai 1 dengan kategori variabel linguistiknya *very low*, dan nilai *input detection* (D) bernilai 1 dengan kategori variabel linguistiknya *very low*.

Ilustrasi perolehan nilai tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.38.

Berdasarkan gambar 4.38 maka dengan menggunakan fungsi implikasi minimum Mamdani diperoleh nilai keluaran:

$$\begin{aligned} \text{Aturan 1 (A1)} &= \min (\mu_S \text{ VL [1]}; \mu_O \text{ VL [1]}; \mu_D \text{ VL [1]}) \\ &= \min (1, 1, 1) \\ &= 1 \end{aligned}$$

Langkah pada gambar 4.38 diulang untuk keseluruhan aturan pada Tabel 4.13. Hasil keseluruhan nilai keluaran berdasarkan Tabel 4.13 dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.13 Dasar Aturan Variabel Masukan untuk Penentuan Keluaran Fuzzy (Aturan Fuzzy)

No.	Severity	Occurrence	Detection	Fuzzy Output
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Very Low (VL)	Very Low (VL)	Very Low (VL)	None (N)
2	Very Low (VL)	Very Low (VL)	Low (L)	None (N)
3	Very Low (VL)	Very Low (VL)	Medium (M)	Very Low (VL)
4	Very Low (VL)	Very Low (VL)	High (H)	Very Low (VL)
5	Very Low (VL)	Very Low (VL)	Very High (VH)	Low (L)
6	Very Low (VL)	Low (L)	Very Low (VL)	Very Low (VL)
7	Very Low (VL)	Low (L)	Low (L)	Low (L)
8	Very Low (VL)	Low (L)	Medium (M)	Low (L)
9	Very Low (VL)	Low (L)	High (H)	High Low (HL)

a) Dampak Kegagalan (Severity) (S)
 1. Kategori Very Low (VL)

$$f(x|1,1,3) = \begin{cases} 1 & x \leq 1 \\ (3-x)/(3-1) & 1 < x < 3 \\ 0 & x \geq 3 \end{cases}$$

Nilai keanggotaan masukan 1 = 1
 Nilai keanggotaan masukan 2 = $(3-2)/(3-1) = 0,5$
 Nilai keanggotaan masukan 3 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 4 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 5 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 6 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 7 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 8 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 9 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 10 = 0

b) Penyebab Kegagalan (Occurrence) (O)
 1. Kategori Very Low (VL)

$$f(x|1,1,3) = \begin{cases} 1 & x \leq 1 \\ (3-x)/(3-1) & 1 < x < 3 \\ 0 & x \geq 3 \end{cases}$$

Nilai keanggotaan masukan 1 = 1
 Nilai keanggotaan masukan 2 = $(3-2)/(3-1) = 0,5$
 Nilai keanggotaan masukan 3 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 4 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 5 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 6 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 7 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 8 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 9 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 10 = 0

c) Metode Deteksi (D)
 1. Kategori Very Low (VL)

$$f(x|1,1,3) = \begin{cases} 1 & x \leq 1 \\ (3-x)/(3-1) & 1 < x < 3 \\ 0 & x \geq 3 \end{cases}$$

Nilai keanggotaan masukan 1 = 1
 Nilai keanggotaan masukan 2 = $(3-2)/(3-1) = 0,5$
 Nilai keanggotaan masukan 3 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 4 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 5 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 6 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 7 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 8 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 9 = 0
 Nilai keanggotaan masukan 10 = 0

Tabel 4.16 Evaluasi Variabel Input (S = 1, O = 1 dan D = 1)

Aturan	S = 1			O = 1			D = 1			Nilai A (Min)
	Kategori	[s]	Kategori	[o]	Kategori	[d]	Kategori	[d]		
1	VL	1	VL	1	VL	1	VL	1	1	
2	VL	1	VL	1	L	0	L	0	0	
3	VL	1	VL	1	M	0	M	0	0	
4	VL	1	VL	1	H	0	H	0	0	
5	VL	1	VL	1	VH	0	VH	0	0	
6	VL	1	L	0	VL	1	VL	1	0	
7	VL	1	L	0	L	0	L	0	0	
8	VL	1	L	0	M	0	M	0	0	
9	VL	1	L	0	H	0	H	0	0	
10	VL	1	L	0	VH	0	VH	0	0	

Gambar 4.38 Ilustrasi Perolehan Nilai Keluaran (Output) (S =1; O = 1; D =1)

Tabel 4.16 Evaluasi Variabel *Input* (S = 1, O = 1 dan D = 1)

Aturan	S = 1		O = 1		D = 1		Nilai A (Min)
	Kategori	$\mu_S[x]$	Kategori	$\mu_O[x]$	Kategori	$\mu_D[x]$	
1	VL	1	VL	1	VL	1	1
2	VL	1	VL	1	L	0	0
3	VL	1	VL	1	M	0	0
4	VL	1	VL	1	H	0	0
5	VL	1	VL	1	VH	0	0
6	VL	1	L	0	VL	1	0
7	VL	1	L	0	L	0	0
8	VL	1	L	0	M	0	0
9	VL	1	L	0	H	0	0
10	VL	1	L	0	VH	0	0
11	VL	1	M	0	VL	1	0
12	VL	1	M	0	L	0	0
13	VL	1	M	0	M	0	0
14	VL	1	M	0	H	0	0
15	VL	1	M	0	VH	0	0
16	VL	1	H	0	VL	1	0
17	VL	1	H	0	L	0	0
18	VL	1	H	0	M	0	0
19	VL	1	H	0	H	0	0
20	VL	1	H	0	VH	0	0
21	VL	1	VH	0	VL	1	0
22	VL	1	VH	0	L	0	0
23	VL	1	VH	0	M	0	0
24	VL	1	VH	0	H	0	0
25	VL	1	VH	0	VH	0	0
26	L	0	VL	1	VL	1	0
27	L	0	VL	1	L	0	0
28	L	0	VL	1	M	0	0
29	L	0	VL	1	H	0	0
30	L	0	VL	1	VH	0	0
31	L	0	L	0	VL	1	0
32	L	0	L	0	L	0	0
33	L	0	L	0	M	0	0
34	L	0	L	0	H	0	0

Aturan	S = 1		O = 1		D = 1		Nilai A (Min)
	Kategori	$\mu_S[x]$	Kategori	$\mu_O[x]$	Kategori	$\mu_D[x]$	
35	L	0	L	0	VH	0	0
36	L	0	M	0	AN	1	0
37	L	0	M	0	L	0	0
38	L	0	M	0	M	0	0
39	L	0	M	0	H	0	0
40	L	0	M	0	VH	0	0
41	L	0	H	0	VL	1	0
42	L	0	H	0	L	0	0
43	L	0	H	0	M	0	0
44	L	0	H	0	H	0	0
45	L	0	H	0	VH	0	0
46	L	0	VH	0	VL	1	0
47	L	0	VH	0	L	0	0
48	L	0	VH	0	M	0	0
49	L	0	VH	0	H	0	0
50	L	0	VH	0	VH	0	0
51	M	0	VL	1	VL	1	0
52	M	0	VL	1	L	0	0
53	M	0	VL	1	M	0	0
54	M	0	VL	1	H	0	0
55	M	0	VL	1	VH	0	0
56	M	0	L	0	VL	1	0
57	M	0	L	0	L	0	0
58	M	0	L	0	M	0	0
59	M	0	L	0	H	0	0
60	M	0	L	0	VH	0	0
61	M	0	M	0	VL	1	0
62	M	0	M	0	L	0	0
63	M	0	M	0	M	0	0
64	M	0	M	0	H	0	0
65	M	0	M	0	VH	0	0
66	M	0	H	0	VL	1	0
67	M	0	H	0	L	0	0
68	M	0	H	0	M	0	0
69	M	0	H	0	H	0	0
70	M	0	H	0	VH	0	0



Tabel 4.16 lanjutan

Aturan	S = 1		O = 1		D = 1		Nilai A (Min)
	Kategori	$\mu S[x]$	Kategori	$\mu O[x]$	Kategori	$\mu D[x]$	
71	M	0	VH	0	VL	1	0
72	M	0	VH	0	L	0	0
73	M	0	VH	0	M	0	0
74	M	0	VH	0	H	0	0
75	M	0	VH	0	VH	0	0
76	H	0	VL	1	VL	1	0
77	H	0	VL	1	L	0	0
78	H	0	VL	1	M	0	0
79	H	0	VL	1	H	0	0
80	H	0	VL	1	VH	0	0
81	H	0	L	0	VL	1	0
82	H	0	L	0	L	0	0
83	H	0	L	0	M	0	0
84	H	0	L	0	H	0	0
85	H	0	L	0	VH	0	0
86	H	0	M	0	VL	1	0
87	H	0	M	0	L	0	0
88	H	0	M	0	M	0	0
89	H	0	M	0	H	0	0
90	H	0	M	0	VH	0	0
91	H	0	H	0	VL	1	0
92	H	0	H	0	L	0	0
93	H	0	H	0	M	0	0
94	H	0	H	0	H	0	0
95	H	0	H	0	VH	0	0
96	H	0	VH	0	VL	1	0
97	H	0	VH	0	L	0	0
98	H	0	VH	0	M	0	0
99	H	0	VH	0	H	0	0
100	H	0	VH	0	VH	0	0
101	VH	0	VL	1	VL	1	0
102	VH	0	VL	1	L	0	0
103	VH	0	VL	1	M	0	0
104	VH	0	VL	1	H	0	0



Tabel 4.16 lanjutan

Aturan	S = 1		O = 1		D = 1		Nilai A (Min)
	Kategori	$\mu S[x]$	Kategori	$\mu O[x]$	Kategori	$\mu D[x]$	
105	VH	0	VL	1	VH	0	0
106	VH	0	L	0	VL	1	0
107	VH	0	L	0	L	0	0
108	VH	0	L	0	M	0	0
109	VH	0	L	0	H	0	0
110	VH	0	L	0	VH	0	0
111	VH	0	M	0	VL	1	0
112	VH	0	M	0	L	0	0
113	VH	0	M	0	M	0	0
114	VH	0	M	0	H	0	0
115	VH	0	M	0	VH	0	0
116	VH	0	H	0	VL	1	0
117	VH	0	H	0	L	0	0
118	VH	0	H	0	M	0	0
119	VH	0	H	0	H	0	0
120	VH	0	H	0	VH	0	0
121	VH	0	VH	0	AN	1	0
122	VH	0	VH	0	L	0	0
123	VH	0	VH	0	M	0	0
124	VH	0	VH	0	H	0	0
125	VH	0	VH	0	VH	0	0

Dari Tabel 4.15, diperoleh aturan-aturan yang memiliki daerah hasil fungsi implikasi minimum berdasarkan masukan $S = 1$, $O = 1$, dan $D = 1$ untuk keseluruhan aturan (125 aturan). Misal, untuk aturan 1, jika nilai S berkategori *very low* (VL), nilai O berkategori *very low* (VL), dan nilai D berkategori *very low* (VL) memiliki nilai minimum 1 maka berdasarkan aturan *fuzzy* di Tabel 4.13, aturan tersebut menghasilkan nilai keluaran berkategori *none* (N). Aturan yang memiliki daerah hasil fungsi minimum dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Aturan yang Memiliki Daerah Hasil Fungsi Minimum ($S = 1$, $O = 1$, dan $D = 1$)

Aturan	$S = 1$		$O = 1$		$D = 1$		Nilai A (Min)	Nilai Output
	Kategori	$\mu O[x]$	Kategori	$\mu S[x]$	Kategori	$\mu D[x]$		
1	VL	1	VL	1	VL	1	1	N

Berdasarkan Tabel 4.16, nilai minimum hanya dimiliki oleh aturan 1 sehingga dapat dihitung batas nilai untuk $\mu F-RPN$. Pada nilai $\mu F-RPN[x] = 1$, nilai x dapat dicari berdasarkan perhitungan fungsi keanggotaan keluaran *none* (N) sebagai berikut.

$$1 = (200-x)/(200-100)$$

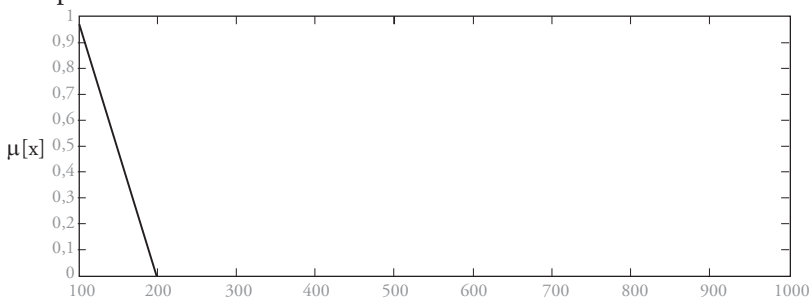
$$x = 100$$

Berdasarkan nilai tersebut maka batas nilai untuk $\mu F-RPN$ menjadi:

$$\mu F-RPN [X] = \begin{cases} 0 & x < 100 \\ (200-x)/(200-100) & 100 \leq x \leq 200 \\ 1 & x > 200 \end{cases}$$

1. Komposisi Aturan

Berdasarkan uraian di atas, komposisi semua nilai keluaran untuk $S = 1$, $O = 1$, dan $D = 1$ menggunakan aturan maksimum akan diperoleh daerah hasil fungsi implikasi minimum yang dapat dilihat pada Gambar 4.39.



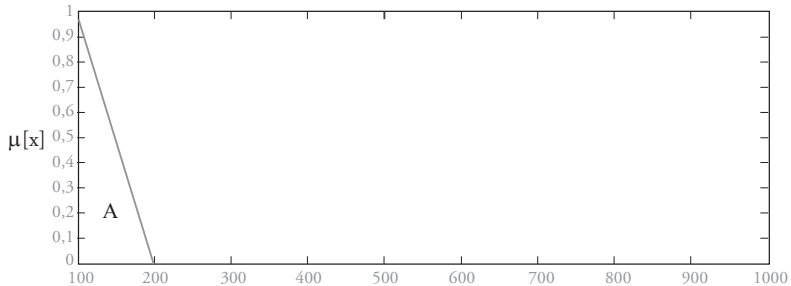
Gambar 4.39 Komposisi Semua Keluaran (*Output*) untuk Masukan (*Input*) ($S = 1$, $O = 1$, dan $D = 1$)

Berdasarkan penghitungan, aplikasi fungsi implikasi tidak memiliki titik potong antara semua aturan yang memiliki nilai daerah hasil sehingga nilai daerah hasil secara keseluruhan adalah sebagai berikut.

$$\mu_{FRPN} [X] = \left\{ \begin{array}{ll} 0 & x < 100 \\ (200-x)/(200-100) & 100 \leq x \leq 200 \end{array} \right\}$$

2. Proses Defuzzifikasi

Proses defuzzifikasi (proses penegasan) dilakukan dengan menggunakan metode *centroid* (lihat Bab 2, Subbab D, Subsubbab 7). Hal yang dilakukan pada tahap ini adalah proses perubahan himpunan *fuzzy* pada variabel masukan efek kegagalan (S), peluang kegagalan (O), dan deteksi kegagalan (D) yang diperoleh dari komposisi keluaran aturan *fuzzy* menjadi bilangan tegas tertentu, yaitu nilai F-RPN. Daerah solusi *fuzzy* dapat dilihat pada Gambar 4.40.



Gambar 4.40 Daerah Solusi Masukan (*Input Fuzzy* (S = 1, O = 1, dan D = 1)

Berdasarkan contoh dari Tabel 4.16 yang menjelaskan bahwa hanya ada satu aturan yang memiliki nilai, nilai tegas x ditentukan dengan luas area A pada Gambar 4.40 di atas. Momen terhadap nilai keanggotaan juga hanya satu yang disimbolkan dengan M. Nilai tegas titik pusat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Titik Pusat} = \frac{\text{Momen}}{\text{Luas}} = \frac{M}{A}$$

dengan M adalah momen terhadap nilai keanggotaan dan A adalah luas setiap daerah solusi *fuzzy*. Rumus penghitungan nilai momen, luas, dan titik pusat adalah sebagai berikut:

Momen (M):

$$\begin{aligned} M &= \int_{100}^{200} (2-0,01x) x \, dx \\ &= \left| x^2 - \frac{0,01}{3} x^3 \right|_{100}^{200} = 30000 - 23333,33 = 6666,667 \end{aligned}$$

Luas (A):

$$A = \frac{\text{Alas} \times \text{Tinggi}}{2} = \frac{(200-100) \times 1}{2} = 50$$

Titik pusat:

$$\text{Titik Pusat} = \frac{\text{Momen}}{\text{Luas}} = \frac{6666,67}{50} = 133,33$$

Berdasarkan hasil penghitungan di atas, hasil evaluasi variabel masukan proses FMEA, yaitu F-RPN dengan nilai *severity* (S) = 1, *occurrence* (O) = 1, dan *detection* (D) = 1 adalah 133,33.

Berdasarkan prinsip perhitungan di atas maka diperoleh nilai F-RPN yang dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Hasil Perhitungan Nilai RPN dan F-RPN

ID Proses (1)	Mode Kegagalan (2)	Dampak Kegagalan (3)	Penyebab Kegagalan (4)	Metode Deteksi (5)	S O D (6) (7) (8)	RPN (9)	F-RPN (10)
1	Kesalahan penulisan rekaman pada daftar rekaman	<ul style="list-style-type: none"> • Penulisan ulang daftar rekaman (<i>rework</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • Proses <i>input</i> terburu-buru • Ketidaktelitian pada proses <i>input</i> rekaman • Tidak konsentrasi 	Verifikasi daftar rekaman	2,88 4,93 2	28,46	429,43
2	Kesalahan perekaman yang tidak terkoreksi	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan daftar rekaman tidak valid 	<ul style="list-style-type: none"> • Proses verifikasi terburu-buru • Ketidaktelitian verifikasi • Tidak konsentrasi 	Audit	5,94 3,30 1	19,63	341,88
3	Kesalahan <i>input</i> daftar induk rekaman pada SEMAR	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Input</i> data ulang (<i>rework</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • Proses <i>input</i> terburu-buru • Ketidaktelitian pada proses <i>input</i> • Tidak konsentrasi • Tidak ada standar <i>input</i> rekaman pada SEMAR • Instruksi kerja <i>input</i> data pada aplikasi SEMAR tidak ditetapkan • Kesalahan pemrograman sistem • Data <i>input</i> tidak tersimpan 	Audit	5,77 3,63 3,30	69,23	507,43
					5,59 4,48 4,72	106,55	627,23
					2,88	85,37	560,36
					2,88	89,87	588,41
					2,88	54,95	418,21
					1,59	30,24	333,74
					1,44	27,47	321,20
					5,65 4,00 2,62	59,19	392,94
					2,52	37,29	406,61
					4,16	61,56	359,23
					2,47	36,49	346,10
					2,29	33,88	406,52
					4,16	61,56	289,34
					1,59	23,49	309,79

ID Proses (1)	Mode Kegagalan (2)	Dampak Kegagalan (3)	Penyebab Kegagalan (4)	Metode Deteksi (5)	S O (6)	D (7)	RPN (8)	F-RPN (9)	(10)
4	Kesalahan pemilihan tempat penyimpanan rekaman	<ul style="list-style-type: none"> • Rekaman rusak 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak diberikan pelatihan penyimpanan rekaman • Kurangnya pengetahuan petugas akan pentingnya pemilihan tempat penyimpanan rekaman 	Audit	8,32	3,91	2,29	74,57	543,53
5	Kesalahan pencatatan peminjaman/permintaan dokumen	<ul style="list-style-type: none"> • Rekaman sulit ditemukan kembali saat dibutuhkan 	<ul style="list-style-type: none"> • Kesalahan pengategorian jenis rekaman • Tidak ada acuan/ketentuan pengategorian rekaman 	Audit	4,93	3,30	1,26	20,52	403,98
		<ul style="list-style-type: none"> • Daftar rekaman tidak valid • Rekaman hilang 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak konsentrasi • Kesalahan pengisian kolom pencatatan • Buku pencatatan tidak tersedia • Proses pencatatan terburu-buru 	Audit	6,21	1,26	1,26	9,86	267,56
					1,82		14,23	305,10	
					6,32	2,88	2,29	41,71	403,61
					4,93		71,33	530,50	



N. Prioritas Risiko

Prioritas risiko atau pemeringkatan nilai risiko adalah pengurutan besarnya nilai RPN hasil analisis risiko. Pengurutan nilai risiko pada konteks analisis risiko dengan *fuzzy*-FMEA ditentukan berdasarkan besarnya nilai F-RPN yang menggambarkan tinggi dan rendahnya tingkat risiko. Berdasarkan hasil penghitungan nilai F-RPN pada Tabel 4.18, prioritas risiko pada proses pengukuran risiko dengan *fuzzy*-FMEA pada konteks proses pengendalian rekaman dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Hasil pada Tabel 4.19 menunjukkan nilai F-RPN berkisar dari 237.98 sampai dengan 627.23. Nilai F-RPN tertinggi, yaitu 627.23 terjadi pada mode kegagalan kesalahan *input* daftar induk ulang (*rework*). Prioritas perbaikan untuk menurunkan nilai risiko dilihat berdasarkan nilai F-RPN yang paling tinggi kemudian berlanjut ke nilai F-RPN yang lebih rendah.

Tabel 4.19 Daftar Peringkat Risiko Proses Pengendalian Rekaman

ID Proses	Mode Kegagalan	Dampak Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Metode Deteksi	RPN	F-RPN	Prioritas
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	Kesalahan penulisan rekaman pada daftar rekaman	Penulisan ulang daftar rekaman (<i>rework</i>)	<ul style="list-style-type: none"> Proses <i>input</i> terburu-buru Ketidaktelitian pada proses <i>input</i> Tidak konsentrasi 	Verifikasi daftar rekaman	28,46 22,58 13,21	429,43 426,33 287,28	8 9 25
2	Kesalahan perekaman yang tidak terkoreksi	Penggunaan daftar rekaman tidak valid	<ul style="list-style-type: none"> Proses verifikasi terburu-buru Ketidaktelitian verifikasi Tidak konsentrasi 	Audit	19,63 11,89 7,49	341,88 294,19 237,98	18 23 28
3	Kesalahan <i>input</i> daftar induk rekaman pada SEMAR	<i>Input</i> data ulang (<i>rework</i>)	<ul style="list-style-type: none"> Proses <i>input</i> terburu-buru Ketidaktelitian pada proses <i>input</i> Tidak konsentrasi Tidak ada standar <i>input</i> rekaman pada SEMAR Instruksi kerja <i>input</i> data pada aplikasi SEMAR tidak diterapkan Kesalahan pemrograman sistem Data <i>input</i> tidak tersimpan 	Audit	69,23 106,55 85,37 89,87	507,43 627,23 560,36 588,41	7 1 4 2
					54,95	418,21	10
					30,24 27,47	333,74 321,20	19 20
		Penggunaan daftar rekaman tidak valid	<ul style="list-style-type: none"> Proses <i>input</i> terburu-buru Ketidaktelitian pada proses <i>input</i> Tidak konsentrasi Tidak ada standar <i>input</i> rekaman pada SEMAR Tidak diterapkannya instruksi kerja <i>input</i> data pada aplikasi SEMAR Kesalahan pemrograman sistem Data <i>input</i> tidak tersimpan 	Audit	59,19 37,29 61,56 36,49	392,94 406,61 359,23 346,10	15 11 16 17
					33,88	406,52	12
					61,56 23,49	289,34 309,79	24 21



ID	Proses	Mode Kegagalan	Dampak Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Metode Deteksi	RPN	F-RPN	Prioritas
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(8)
4	Kesalahan pemilihan tempat penyimpanan rekaman	Rekaman rusak	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak diberikan pelatihan penyimpanan rekaman • Kurangnya pengetahuan petugas akan pentingnya pemilihan tempat penyimpanan rekaman 	Audit	74,57	543,53	5	
5	Kesalahan pencatatan peminjaman/permintaan dokumen	Rekaman sulit ditemukan kembali saat dibutuhkan	<ul style="list-style-type: none"> • Kesalahan pengkategorian jenis rekaman • Tidak adanya acuan/ketentuan pengkategorian rekaman 	Audit	20,52	403,98	13	
		Daftar rekaman tidak valid	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak konsentrasi • Kesalahan pengisian kolom pencatatan 	Audit	9,86	267,56	26	
		Rekaman hilang	<ul style="list-style-type: none"> • Buku pencatatan tidak tersedia • Proses pencatatan terburu-buru 	Audit	41,71	403,61	14	
					71,33	530,50	6	

O. Tindakan Perbaikan dan Pencegahan

Tindakan perbaikan dan pencegahan bertujuan menurunkan nilai risiko. Tindakan perbaikan dan pencegahan yang ada pada studi kasus pengendalian rekaman ini dimulai dari mode kegagalan yang memiliki nilai F-RPN paling tinggi, yaitu kesalahan *input* daftar induk rekaman pada SEMAR. Tindakan perbaikan dan pencegahan dapat diketahui setelah melakukan analisis pemetaan masalah yang dilakukan dengan metode 5W2H. Tabel 4.20 merupakan contoh usulan tindakan perbaikan dan pencegahan dengan menggunakan metode 5W2H untuk mode kegagalan kesalahan *input* daftar induk rekaman pada SEMAR

Tabel 4.20 Usulan Tindakan Perbaikan dan Pencegahan dengan 5W2H

No	Pertanyaan	Jawaban
1.	<i>What?</i> : Masalah apa yang akan diselesaikan?	Kesalahan <i>input</i> daftar induk rekaman pada SEMAR
2.	<i>Why?</i> : Mengapa hal tersebut dilakukan?	Kesalahan tersebut berdampak pada proses <i>input</i> ulang dan jika tidak dilakukan maka berpotensi menggunakan daftar rekaman yang tidak valid yang akan berdampak pada proses pengendalian rekaman dan pengoperasian sistem manajemen mutu di organisasi
3.	<i>Where?</i> : Dimana proses perbaikan ini dilakukan?	Proses perbaikan dilakukan pada bisnis proses pengendalian rekaman
4.	<i>Who?</i> : Siapa yang akan melakukan perbaikan?	Pemilik proses dan sekretaris wakil manajemen
5.	<i>When?</i> : Kapan target penyelesaiannya?	Target penyelesaian kesalahan ini akan dilakukan dalam jangka waktu dua minggu ke depan
6.	<i>How?</i> : Bagaimana langkah penyelesaiannya?	Memperbaiki kesalahan daftar rekaman dengan melakukan <i>input</i> ulang dan melakukan perubahan alur proses bisnis pengendalian rekaman dengan menambahkan proses verifikasi setelah tahap <i>input</i> data pada sistem SEMAR sebagai tindakan pencegahan agar kesalahan tidak berulang atau frekuensi kejadiannya bisa diturunkan
7.	<i>How much?</i> : Berapa biaya yang dibutuhkan untuk proses perbaikan?	Proses perbaikan memerlukan biaya sekitar Rp1.000.000



Berdasarkan Tabel 4.20, tindakan perbaikan yang dilakukan adalah melakukan *input* ulang daftar induk rekaman, sedangkan tindakan pencegahannya adalah mengubah proses bisnis pengendalian rekaman dengan menambahkan proses verifikasi *input* data pada sistem SEMAR. Tindakan perbaikan dan pencegahan tersebut diharapkan dapat menurunkan nilai risiko yang ditandai dengan turunnya nilai F-RPN. Semua langkah pada Tabel 4.20 diulang untuk setiap mode kegagalan dengan tujuan untuk memperoleh tindakan perbaikan dan pencegahan yang tepat agar nilai risikonya bisa menurun.

P. Evaluasi Hasil

Evaluasi hasil pada prinsipnya membandingkan nilai risiko sebelum dan sesudah perbaikan dengan harapan nilai risiko setelah tindakan perbaikan dan pencegahan akan menurun. Langkah evaluasi risiko dilakukan dengan melakukan penilaian ulang pada proses pengendalian rekaman dengan format penilaian risiko seperti yang sudah dilakukan pada penilaian awal risiko. Penilaian ulang risiko menggunakan matriks risiko yang sudah disusun sebelumnya, kemudian melakukan perhitungan nilai F-RPNnya. Penilaian dilakukan setelah proses perbaikan dan pencegahan sudah dijalankan dengan baik serta tidak memiliki periode waktu khusus. Periode waktu penilaian ulang terhadap risiko dapat ditetapkan oleh organisasi berdasarkan konteks kebutuhan proses dan peraturan perundangan yang berkaitan. Contoh hasil evaluasi penilaian risiko pada proses pengendalian pengendalian rekaman dapat dilihat pada Tabel 4.21. Pada Tabel 4.21 dapat dilihat bahwa tindakan perbaikan dan pencegahan dapat menurunkan nilai risiko, yang ditandai dengan turunnya nilai seluruh variabel input (S, O, dan D) serta diikuti dengan turunnya F-RPN dari 627.23 menjadi 286.21.



Tabel 4.21 Contoh Evaluasi Penilaian Risiko

No	Fungsi dan Komponen	Mode Kegagalan	Dampak Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Metode Deteksi	Severity (S)	Occurrence (O)	Detection (D)	F-RPN	Usulan Tindakan	Pemanggang Jawab	Waktu Target Penyelesaian	Tindakan Perbaikan	Severity (S)	Occurrence (O)	Detection (D)	F-RPN
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
3	Pengendalian Rekamman	Kesalahan input dan ulang (<i>rework</i>)	Input dan ulang (<i>rework</i>)	Ketidaktek-litian pada proses input	Audit	5,77	5,59	3,30	627,23	Melakukan input ulang daftar induk rekaman yang salah kemudian untuk tindakan pencegahan-ananya dengan mengubah proses bisnis pengendalian rekaman dengan menambah-kan proses verifikasi input data pada sistem SEMAR	Pemilik proses dan sekretaris wakil manajemen	Target penyelesaian kesalahan ini akan dilakukan dalam jangka waktu dua minggu ke depan	melakukan input ulang daftar induk rekaman yang salah kemudian untuk tindakan pencegahan-ananya dengan mengubah proses bisnis pengendalian rekaman dengan menambah-kan proses verifikasi input data pada sistem SEMAR	4	2	3	286,21





BAB 5

Penyusunan Prosedur Penilaian Risiko

■ TUJUAN:

Setelah membaca bab ini, para pembaca diharapkan dapat:

1. Mengetahui pentingnya prosedur penilaian risiko bagi instansi pemerintah.
2. Mengetahui konsep prosedur dalam organisasi.
3. Mengetahui prinsip-prinsip penyusunan dan pelaksanaan prosedur.
4. Mengetahui format prosedur yang harus digunakan instansi pemerintah.
5. Mengetahui komponen dan langkah pengembangan prosedur.
6. Mengetahui proses penerapan prosedur.
7. Mampu mengembangkan prosedur penilaian risiko dengan *fuzzy-failure mode and effect analysis (fuzzy-FMEA)*.

Jika bab satu sampai dengan bab empat membahas urgensi risiko, konsep risiko, penilaian risiko dengan metode *fuzzy-failure mode and effect analysis (fuzzy-FMEA)*, dan studi kasus penilaian risiko yang lebih menekankan pada teknis pelaksanaan penilaian risiko,

bab ini akan menjelaskan mengenai langkah penyusunan prosedur penilaian risiko. Pada penerapannya, untuk memenuhi persyaratan penilaian risiko pada PP No. 60 Tahun 2008, instansi pemerintah wajib memiliki dokumen prosedur penilaian risiko. Prosedur ini dibutuhkan untuk menjamin proses penilaian risiko pada instansi pemerintah berjalan secara konsisten, terdokumentasi, dan jelas langkah-langkah pelaksanaannya sehingga tujuan penilaian risiko tercapai. Proses penyusunan prosedur pada instansi pemerintah harus sesuai dengan struktur prosedur yang dibuat untuk memenuhi persyaratan kesesuaian pada Permenpan dan RB Nomor 35 tahun 2012. Bab ini akan menjelaskan mengenai pentingnya prosedur penilaian risiko, konsep prosedur pada organisasi secara umum, prinsip penyusunan prosedur pada instansi pemerintah, proses penerapan prosedur, dan pengembangan prosedur penilaian risiko dengan pendekatan *fuzzy*-FMEA.

A. Pendahuluan

Pengukuran risiko pada umumnya dilakukan untuk mengetahui tingkat risiko, baik pada proses maupun pada produk. Penilaian risiko penting dilakukan tidak hanya untuk mengetahui tingkatan nilai risikonya, tetapi juga untuk menekan kerugian tindakan perbaikan dan pencegahan terhadap risiko yang ada. Penilaian risiko pada instansi pemerintah merupakan hal penting untuk dilakukan karena selalu dihadapkan pada risiko dalam menjalankan tugasnya. Selain itu, PP No. 60 Tahun 2008 juga mewajibkan analisis risiko sebagai bentuk dari pengendalian internal instansi pemerintah. Hasil penilaian risiko ini diharapkan dapat menjadi masukan dalam proses perencanaan kegiatan pengendalian risiko yang mungkin terjadi. Penilaian risiko dapat dilakukan secara periodik, misalnya setiap triwulan atau semester, yang ditetapkan oleh setiap organisasi. Penilaian risiko harus dilakukan secara berkala setiap tahun dan berkelanjutan untuk menekan tingkat kerugian pada aset yang dimiliki pemerintah, baik yang bersifat nyata maupun tidak nyata.



Mengacu pada peraturan yang mewajibkan kepada setiap instansi pemerintah untuk melakukan penilaian risiko maka penting untuk memastikan adanya penetapan sistem atau prosedur untuk menilai risiko dan metode yang akan digunakan. Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008 hanya menyebutkan risiko dapat dinilai secara kualitatif maupun kuantitatif sehingga instansi pemerintah harus memilih atau menetapkan terlebih dahulu metode penilaian risiko yang akan digunakan dalam penerapan prosedur penilaian risiko. Salah satu metode yang dapat digunakan oleh instansi pemerintah untuk menilai risiko adalah *fuzzy*-FMEA.

Bab ini akan menjelaskan mengenai langkah penyusunan prosedur secara umum dan contoh prosedur penilaian risiko dengan pendekatan *fuzzy*-FMEA. Bab ini juga menjelaskan prinsip penyusunan dan pelaksanaan prosedur, format prosedur, komponen prosedur, pengembangan prosedur, penerapan prosedur, dan prosedur penilaian risiko. Penulis mengharapkan prosedur ini dapat menjadi acuan dalam menyusun prosedur penilaian risiko untuk instansi pemerintah.

B. Prinsip-Prinsip Penyusunan dan Pelaksanaan Prosedur

Penyusunan dan pelaksanaan prosedur pada instansi pemerintah mengacu pada Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 35 tahun 2012. Peraturan ini menjelaskan tentang prinsip-prinsip mengenai penyusunan prosedur, yaitu prinsip kemudahan dan kejelasan, efisiensi dan efektivitas, keselarasan, keterukuran, dinamis, berorientasi pada pengguna atau pihak yang dilayani, kepatuhan hukum serta kepastian hukum. Prinsip kemudahan dan kejelasan menuntut agar prosedur dapat dimengerti serta diterapkan dengan mudah oleh seluruh pelaksana. Efisiensi dan efektivitas menjelaskan bahwa prosedur yang dibuat merupakan prosedur yang telah dinilai efektivitas serta efisiensinya. Keselarasan berkaitan dengan keselarasan satu prosedur terhadap prosedur lainnya. Prinsip keterukuran me-



nitikberatkan pada keluaran prosedur, yaitu prosedur harus memiliki standar kualitas dan baku mutu untuk mengukur keberhasilannya. Prinsip selanjutnya adalah dinamis, yaitu prinsip yang menjelaskan bahwa prosedur yang disusun harus dapat disesuaikan secara fleksibel dengan kebutuhan mutu pelayanan di instansi pemerintah. Prinsip berorientasi pada pengguna atau pihak lain yang dilayani menerangkan bahwa prosedur yang disusun harus mempertimbangan kebutuhan pelanggan agar tercapai kepuasan pelanggan. Prinsip kepatuhan hukum terkait pemenuhan ketentuan dan peraturan yang berlaku, sedangkan prinsip kepastian hukum terkait dengan legalitas prosedur, yaitu sebuah prosedur harus dikeluarkan dan diberlakukan oleh pejabat yang berwenang.

Mengacu pada Permenpan dan RB No. 35 tahun 2012, terdapat enam prinsip pelaksanaan atau penerapan prosedur yang harus diperhatikan pemerintah, yaitu konsisten, komitmen, perbaikan berkelanjutan, mengikat, seluruh unsur memiliki peran penting, dan terdokumentasi dengan baik. Prinsip konsisten menjelaskan bahwa penerapan prosedur pada instansi pemerintah harus dilakukan secara konsisten oleh setiap pihak yang terkait dalam prosedur tersebut secara berkelanjutan. Prinsip komitmen menunjukkan bahwa seluruh pihak pelaksana prosedur pada setiap tingkatan organisasi harus memiliki komitmen penuh untuk menjalankan prosedur yang telah ditetapkan. Perbaikan berkelanjutan merupakan prinsip yang menggambarkan prosedur harus bersifat fleksibel untuk menerima semua masukan perbaikan untuk memperoleh prosedur yang efisien dan efektif dalam menjalankan kegiatan organisasi. Prinsip menuntut agar prosedur yang diterapkan memiliki kemampuan untuk mengikat pelaksana untuk melakukan tugas dan fungsinya sesuai dengan prosedur yang ditetapkan.

Keseluruhan proses tidak dapat berjalan dengan baik jika ada pihak atau unsur yang terlibat dalam proses tersebut tidak menjalankan perannya. Hal ini menunjukkan bahwa prinsip seluruh unsur pelaksana memiliki peran penting adalah prinsip yang harus

dipahami oleh instansi pemerintah dalam pelaksanaan prosedur. Prinsip terakhir, yaitu terdokumentasi dengan baik. Prinsip ini penting karena seluruh data aktivitas organisasi akan terekam dengan baik jika prinsip ini dijalankan sehingga organisasi dapat dengan mudah memperoleh data yang diperlukan yang dapat dijadikan acuan dalam menjalankan organisasi di masa mendatang.

C. Format Prosedur

Pada dasarnya, tidak ada ketentuan baku mengenai format pembuatan prosedur. ISO/TS 10013:2001 sebagai dokumentasi sistem manajemen mutu tidak menjelaskan aturan tertentu mengenai format sebuah prosedur, namun secara umum menjelaskan beberapa pendekatan mengenai format prosedur, yaitu dapat berbentuk tulisan atau teks, peta aliran proses, grafik, tabel atau kombinasinya. Instansi pemerintah memiliki peraturan khusus mengenai pembuatan prosedur, yaitu Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 35 tahun 2012. Peraturan tersebut menjadi acuan dalam membuat prosedur penilaian risiko pada instansi pemerintah yang akan dijelaskan lebih lanjut.

ISO/TS 10013: 2001 menjelaskan bahwa sebuah prosedur yang baik adalah prosedur yang sederhana dan dapat menyampaikan informasi sesuai yang dimaksud oleh prosedur tersebut (IOS, 2001). Format prosedur juga harus memiliki kemampuan untuk memfasilitasi konsistensi prosedur pada konteks pelaksanaannya. Terdapat empat faktor penting yang harus dipertimbangkan dalam penyusunan prosedur, yaitu jumlah keputusan yang akan dibuat pada prosedur, langkah-langkah yang ada dalam prosedur, penanggung jawab, dan pelaksana prosedur serta tujuan prosedur itu sendiri.

Senada dengan penjelasan pada ISO/TS 10013:2001, secara prinsip Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 35 tahun 2012 mengenai Pedoman Penyusunan Standar Operasional Prosedur Administrasi Negara



memiliki prinsip yang sama terkait penyusunan prosedur. Berikut ini adalah beberapa beberapa format penyusunan prosedur yang dijelaskan dalam peraturan tersebut.

1) Langkah Sederhana (*Simple Steps*)

Format ini ditujukan untuk membuat format yang paling sederhana. Format ini dipilih jika prosedur yang akan dibuat memiliki lingkup kegiatan kecil atau sederhana, dan jumlah keputusan yang diambil sedikit. Format sederhana cocok digunakan dalam konteks pelaksanaan prosedur berjumlah kecil dan langkah prosedurnya tidak lebih dari sepuluh tahapan.

2) Tahapan Berurutan (*Hierarchical Steps*)

Format berurutan merupakan format pengembangan dari langkah sederhana. Pada format ini, jumlah pengambilan keputusannya sedikit sama dengan format sederhana. Perbedaannya terletak pada jumlah langkah yang dibutuhkan dalam prosedur. Format ini membutuhkan langkah-langkah lebih detail yang biasanya dijelaskan kembali lebih rinci pada subbagian.

3) Grafik (*Graphic*)

Format grafik cocok digunakan ketika kegiatan dijelaskan dalam prosedur panjang dan spesifik serta menggunakan foto atau diagram untuk menjelaskan kegiatan. Format ini sangat berguna bagi pihak eksternal organisasi yang menjadi pemangku kepentingan prosedur tersebut.

4) Diagram Alir (*Flowcharts*)

Format ini digunakan untuk prosedur yang membutuhkan pengambilan keputusan yang kompleks dan membutuhkan alternatif jawaban yang memengaruhi proses selanjutnya. Format ini juga memberikan kemudahan bagi pelaksana karena menyediakan mekanisme yang mudah untuk diikuti dalam bentuk proses pengerjaan sebagai hasil dari keputusan yang telah diambil. Pemahaman mengenai simbol-simbol yang di-



gunakan untuk menjelaskan proses diagram alir merupakan cara memahami prosedur dengan format ini. Pada dasarnya, semua simbol yang digunakan pada proses ini merupakan pengembangan dari simbol dasar pembuatan diagram alir, yang terdiri atas simbol kotak yang menggambarkan proses, simbol kapsul yang menggambarkan terminator, simbol belah ketupat sebagai simbol keputusan, dan anak panah sebagai arah alur proses. Format prosedur dalam bentuk diagram alir ini terdiri dari dua jenis, yaitu diagram alir linear dan diagram alir bercabang.

a) Diagram Alir Linear

Diagram alir linear memiliki dua bentuk, yaitu vertikal dan horizontal. Adanya unsur kegiatan yang disatukan, yaitu unsur kegiatan atau unsur pelaksanaannya, dan penulisan rumusan kegiatan secara singkat di dalam simbol yang digunakan merupakan ciri utama dari diagram alir ini.

b) Diagram Alir Bercabang

Format diagram alir bercabang berkebalikan dengan diagram alir linear. Diagram ini memisahkan unsur pelaksana dengan kegiatannya dalam kolom-kolom tertentu. Prosedur kegiatan digambarkan dalam bentuk simbol yang dihubungkan secara bercabang. Setiap simbol tidak diberikan tulisan mengenai kegiatan, kecuali pada simbol keputusan untuk menjelaskan alternatif jawaban hasil keputusan.

Format diagram alir bercabang ditetapkan menjadi format yang wajib digunakan untuk penyusunan prosedur pada instansi pemerintah walaupun secara prinsip keempat format tersebut dapat digunakan. Penjelasan lebih spesifik mengenai format prosedur untuk setiap instansi pemerintah adalah sebagai berikut.






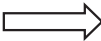

1) Format Diagram Alir

Instansi pemerintah diwajibkan menggunakan format diagram alir bercabang dalam penyusunan prosedur kegiatan atau proses dalam instansi pemerintah (kementerian/lembaga dan pemerintah daerah) dengan asumsi memuat kegiatan yang berjumlah banyak dan kompleks. Format ini tetap berlaku sebagai langkah standarisasi format prosedur, walaupun pada kenyataannya ada kegiatan yang bersifat sederhana.

2) Simbol Diagram Alir

Simbol yang digunakan untuk menyusun prosedur ada lima simbol yang terdiri atas empat simbol dasar diagram alir dan satu simbol penghubung ganti halaman. Kelima simbol yang dipergunakan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Simbol Diagram Alir

No.	Simbol	Deskripsi
1		<i>Terminator</i> mendeskripsikan kegiatan mulai dan berakhir
2		<i>Process</i> mendeskripsikan proses atau kegiatan eksekusi
3		<i>Decision</i> mendeskripsikan kegiatan pengambilan keputusan
4		<i>Arrow</i> mendeskripsikan arah kegiatan/proses
5		<i>Off-Page Connector</i> mendeskripsikan hubungan antar simbol yang berbeda halaman

Sumber: Permenpan dan RB No. 35 Tahun 2012

D. Komponen Prosedur

Komponen prosedur merupakan bagian yang harus ada dalam prosedur. ISO 10013: 2001 menjelaskan prosedur minimal mengandung lima unsur, yaitu judul, tujuan, lingkup, tujuan dan wewenang, dan deskripsi kegiatan. Judul prosedur merupakan identitas mengenai prosedur itu sendiri dan harus jelas serta dapat menggambarkan keseluruhan prosedur agar pelaksana prosedur

dapat memahami isi prosedur dengan mudah. Komponen tujuan adalah bagian prosedur yang menjelaskan arah atau sasaran yang ingin dicapai oleh prosedur. Tujuan prosedur harus dideskripsikan dengan jelas agar pelaksana prosedur dapat memahami prosedur yang akan dijalankan. Komponen lingkup merupakan batasan area prosedur diberlakukan, baik batasan proses, pelaksana maupun area berlakunya prosedur. Komponen selanjutnya adalah tanggung jawab dan wewenang, yaitu komponen prosedur yang menjelaskan tanggung jawab dan wewenang pelaksana dan atau fungsi organisasi. Komponen ini juga menjelaskan keterkaitan proses terhadap pelaksanaannya, sedangkan deskripsi kegiatan merupakan komponen dalam prosedur yang menjelaskan kegiatan apa saja yang harus dilakukan dalam suatu prosedur. Sebuah organisasi harus memperhatikan beberapa aspek agar dapat mendeskripsikan kegiatannya dengan baik, yaitu definisi kebutuhan, pelanggan dan pemasok; penggambaran proses dalam bentuk diagram alir atau deskripsi; penetapan penanggung jawab; penjelasan mengenai mengapa, kapan, dimana; dan bagaimana setiap kegiatan tersebut dilakukan. Selain itu, organisasi juga harus mengidentifikasi proses pengendalian kegiatan dan menjelaskan proses pengendaliannya. Lebih lanjut, organisasi juga harus menetapkan sumber daya yang diperlukan, dokumentasi, masukan dan hasil kegiatan serta tindakan pengukuran untuk mendeskripsikan kegiatan.


Jika mengacu pada Permenpan dan RB No. 35 tahun 2012, prosedur mengandung dua komponen, yaitu unsur prosedur (identitas dan isi) dan unsur dokumentasi (proses pendokumentasian prosedur). Identitas berisi hal-hal yang berkaitan dengan identitas prosedur, misalnya judul dan nomor prosedur, sedangkan unsur isi berisi kegiatan, pelaksana, baku mutu, dan keterangan. Berikut ini penjelasan lebih detail mengenai unsur prosedur dan unsur dokumentasi.



1) Unsur Prosedur

a) Unsur identitas

Unsur identitas memuat hal terkait logo dan nama instansi, nomor prosedur, tanggal pembuatan, tanggal revisi, tanggal efektif, pengesahan, judul prosedur, dasar hukum, keterkaitan, kualifikasi pelaksana, peralatan dan perlengkapan, pencatatan dan pendataan. Contoh ilustrasi tampilan unsur identitas dapat dilihat pada Gambar 5.1.

	(Nama instansi/ Perusahaan/ Organisasi)	No. SOP	:	
		Tgl. Terbit	:	
		Tgl. Efektif	:	
		No. Revisi	:	
		Halaman	:	dari
(JUDUL SOP)		Disahkan oleh : (Jabatan) <div style="text-align: right;"> (Nama Pengesah) (No. Identitas Pegawai) </div>		

Dasar Hukum

(Komponen ini menjelaskan berbagai peraturan perundang-undangan yang mendasari adanya prosedur beserta aturan pelaksanaannya)

Kualifikasi Pelaksana

(Komponen ini menjelaskan kualifikasi pelaksana yang dibutuhkan dalam melaksanakan perannya pada prosedur yang distandarkan)

Keterkaitan

(Komponen ini menjelaskan keterkaitan prosedur yang distandarkan dengan prosedur lain yang distandarkan yang terkait langsung dengan kegiatan pada prosedur berkenaan)

Peralatan/Perlengkapan

(Komponen ini menjelaskan daftar peralatan utama [pokok] dan perlengkapan yang dibutuhkan untuk menjalankan prosedur)

Peringatan

(Komponen ini menjelaskan kemungkinan-kemungkinan yang terjadi ketika prosedur dilaksanakan atau tidak dilaksanakan)

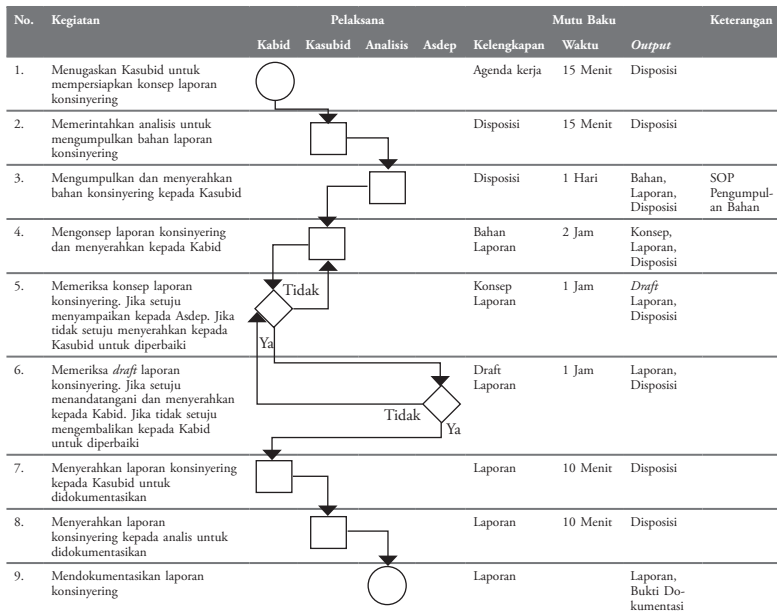
Pencatatan dan Pendaftaran

(Komponen ini menjelaskan berbagai hal yang perlu didata dan dicatat oleh pejabat tertentu mengenai dan bagaimana prosedur pencatatan dokumen dilakukan oleh organisasi)

Gambar 5.1 Unsur Identitas Prosedur

b) Isi Prosedur

Bagian isi prosedur menguraikan langkah atau proses yang terdapat dalam prosedur berupa diagram alir bercabang yang mengandung unsur langkah kegiatan, pelaksana serta baku mutu (kelengkapan, waktu, hasil, dan keterangan) yang berperan sebagai pengendali produk akhir prosedur. Contoh bagian isi prosedur dapat dilihat pada Gambar 5.2 berikut ini:



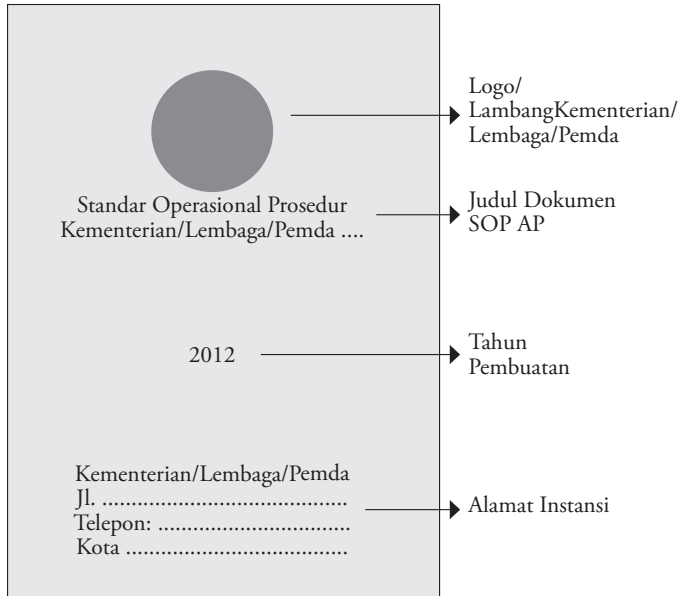
Sumber: Permenpan dan RB No. 35 Tahun 2012

Gambar 5.2 Contoh Bagian *Flowchart* Prosedur di Institusi Pemerintah

2) Unsur Dokumentasi

Unsur dokumentasi berkaitan dengan segala sesuatu yang memuat hal terkait proses dokumentasi sebuah prosedur yang mengandung unsur halaman judul (judul prosedur, satuan kerja, tahun pembuatan, dan lain-lain), keputusan pimpinan

terkait kekuatan hukum prosedur (pengesahan prosedur), daftar isi prosedur, dan penjelasan singkat penggunaan prosedur (ruang lingkup, ringkasan, dan definisi). Contoh halaman judul dapat dilihat pada Gambar 5.3.



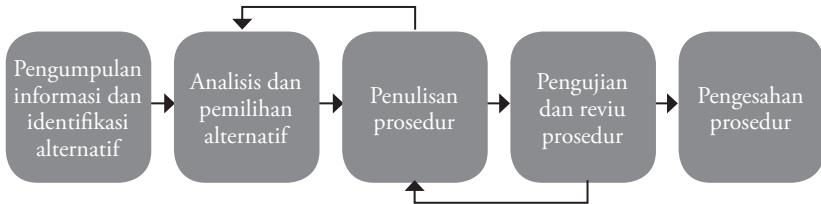
Sumber: Permenpan-RB No. 35 Tahun 2012

Gambar 5.3 Contoh Halaman Judul Dokumen Prosedur di Instansi Pemerintah

E. Pengembangan Prosedur

Penyusunan dan pengembangan prosedur harus dilakukan dengan tepat agar memperoleh prosedur yang efektif dan efisien. Tahapan pengembangan prosedur untuk instansi pemerintah memiliki minimal lima tahap, yaitu pengumpulan informasi dan identifikasi alternatif, analisis dan pemilihan alternatif, penulisan prosedur, pengujian dan kaji ulang prosedur serta pengesahan prosedur. Tahapan ketiga dan keempat dapat dilakukan berulang kali sampai memperoleh prosedur yang dinilai efektif dan efisien. Tahap-

an prosedur umumnya menggunakan tahapan tersebut, namun fleksibilitas tahapan proses pembuatan prosedur bisa disesuaikan dengan kebutuhan konteks organisasi. Beberapa tahapan pembuatan prosedur dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Sumber: Permenpan-RB No. 35 Tahun 2012

Gambar 5.4 Tahapan Pengembangan Prosedur

Berikut ini penjelasan rinci mengenai tahap pembuatan prosedur sesuai dengan Gambar 5.4.

- 1) Pengumpulan Informasi dan Identifikasi Alternatif Prosedur

Tahapan ini dilakukan dengan mengacu pada hasil penilaian kebutuhan. Pengelompokan jenis informasi dan data yang dikehendaki, baik primer maupun sekunder, dilakukan untuk mempermudah pengumpulan informasi. Beberapa pendekatan yang dapat digunakan dalam tahapan ini, misalnya curah pendapat (*brainstorming*), diskusi terfokus, wawancara, survei, tolok ukur (*benchmarking*), telaah dokumen, dan lainnya. Pemilihan pendekatan tersebut erat kaitannya kondisi organisasi, berikut ini pemaparannya.

 - a) Curah Pendapat (*Brainstorming*)

Pendekatan ini dilakukan jika tim yang bertanggung jawab mengumpulkan informasi dinilai tidak memiliki informasi yang cukup untuk menyusun sebuah prosedur. Kondisi ini biasanya terjadi pada organisasi yang baru berdiri atau organisasi yang belum memiliki prosedur. Teknik ini membantu tim memahami prosedur yang dibutuhkan oleh organisasi.

b) Diskusi Terfokus

Pendekatan ini dapat dipilih jika tim penyusun prosedur memiliki informasi yang cukup untuk menyusun prosedur, namun ingin lebih menggali informasi dari pihak-pihak terkait yang memiliki kemampuan teknis terkait dengan informasi yang dikumpulkan. Pendekatan ini cocok diterapkan untuk pengembangan prosedur agar menghasilkan prosedur yang efisien, cepat, dan tepat.

c) Wawancara

Wawancara biasanya dilakukan agar tim memperoleh informasi yang lebih dalam dari narasumber ahli yang memiliki kemampuan teknis mengenai prosedur yang akan disusun. Teknik ini akan berhasil jika komponen seperti instrumen (panduan wawancara), narasumber, dan pewawancara dipilih dengan tepat.

d) Survei

Survei dipilih untuk memperoleh data dengan jumlah informan banyak. Survei dapat dilakukan untuk mengetahui gambaran mengenai kualitas pelayanan yang diinginkan oleh pelanggan atau masyarakat. Responden berasal dari masyarakat yang dipilih dengan menggunakan teknik probabilitas (*probability sampling*) ataupun teknik non-probabilitas (*non-probability sampling*), seperti teknik pengambilan sampel secara acak (*simple random sampling*), pengambilan sampel dengan pertimbangan tertentu (*purposive sampling*), dan teknik pengambilan sampel lainnya.

e) Tolok Ukur (*Benchmarking*)

Teknik tolok ukur dilakukan dengan membandingkan satu prosedur dengan prosedur lainnya untuk pengembangan suatu prosedur. Perbandingan dilakukan antara unit sejenis yang telah memiliki prosedur tertentu yang



memiliki kesamaan karakteristik dan berpotensi dilakukan peningkatan. Teknik ini memiliki keunggulan dari segi waktu yang dibutuhkan perumusan suatu prosedur.

f) Telaah Dokumen

Telaah dokumen adalah pendekatan pencarian informasi sekunder yang dilakukan untuk memperoleh informasi dari dokumen-dokumen berkaitan, misalnya peraturan perundang-undangan, jurnal atau referensi lain yang dibutuhkan untuk menyusun prosedur.

Pendekatan di atas dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan organisasi dan digunakan secara simultan hingga memperoleh prosedur yang baik. Data informasi yang diperoleh digunakan untuk menyusun prosedur baru maupun mengembangkan prosedur yang sudah ada.

2) Analisis dan Pemilihan Alternatif

Tahap ini merupakan langkah yang dilakukan untuk menentukan prosedur dan alternatif pilihannya agar sesuai dengan kebutuhan organisasi. Aspek yang menjadi pertimbangan dalam tahapan ini adalah kemudahan dan kejelasan, efisiensi dan efektivitas, keselarasan, keterukuran, dinamis, berorientasi pada pengguna, kepatuhan hukum, dan kepastian hukum.

3) Penulisan prosedur

Penulisan prosedur merupakan langkah menuangkan komponen prosedur yang terdiri atas unsur dokumentasi dan unsur prosedur, seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, ke dalam bentuk tulisan di atas kertas. Unsur prosedur (identitas dan isi prosedur) dan unsur dokumentasi dituangkan ke dalam bentuk tulisan sesuai dengan jenis prosedur yang akan dibuat. Poin penting yang harus diperhatikan adalah penulisan prosedur dapat memberikan gambaran keterkaitan antarproses yang ada dalam prosedur.



4) Pengujian dan Telaah Prosedur

Langkah pengujian dan telaah prosedur adalah proses verifikasi terhadap hasil penulisan prosedur. Tahapan ini merupakan salah satu tahapan yang penting dalam penyusunan prosedur karena tahap ini memastikan proses yang dituliskan sesuai dengan proses bisnis organisasi yang dilakukan. Proses pengujian prosedur dilakukan untuk mengetahui apakah prosedur tersebut implementatif atau tidak, dan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu simulasi dan uji coba prosedur.

Simulasi merupakan proses pengujian prosedur dengan melakukan simulasi pelaksanaan prosedur, namun tidak pada proses pelaksanaan yang sebenarnya. Simulasi ini dijalankan dengan membuat replika atau tiruan proses di mana prosedur yang dibuat akan dipakai. Uji coba adalah penerapan prosedur dalam konteks proses yang sesungguhnya pada organisasi. Pelaksana proses melakukan pengujian prosedur terhadap proses yang telah dipetakan dalam prosedur. Uji coba dilakukan untuk mengetahui berbagai kendala sejak dini yang mungkin ada pada proses penerapan.

5) Pengesahan Prosedur

Pengesahan prosedur merupakan tahap akhir dalam rangkaian pembuatan prosedur sebelum diterapkan dan biasanya dilakukan oleh pimpinan puncak organisasi. Pengesahan dilakukan agar prosedur memiliki kepastian hukum dan memiliki ikatan hukum.

F. Penerapan Prosedur

Berdasarkan Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negera dan Reformasi Birokrasi Nomor 35 Tahun 2012, beberapa hal harus dipastikan terlebih dahulu sebelum prosedur diterapkan, yaitu sebagai berikut.

- 1) Prosedur terbaru atau yang mengalami perubahan diketahui setiap pelaksana dan diketahui alasan perubahannya;
- 2) Salinan prosedur didistribusikan kepada setiap pihak yang membutuhkan dan tersedia untuk seluruh pengguna;
- 3) Peran masing-masing pelaksana diketahui dan setiap pelaksana dijamin dapat menggunakan pengetahuan dan kapabilitasnya untuk menerapkan prosedur secara aman, efektif, dan mengetahui konsekuensi yang diterima jika prosedur tersebut tidak dilakukan; dan
- 4) Tersedianya mekanisme untuk pemantauan kinerja, identifikasi masalah, dan penyediaan dukungan dalam proses penerapan prosedur.

Permenpan dan RB No. 35 Tahun 2012 juga menetapkan lima hal lain yang harus diperhatikan untuk menjamin keberhasilan penerapan prosedur, yaitu perencanaan penerapan prosedur, pemberitahuan, distribusi dan aksesibilitas, pelatihan pemahaman prosedur serta pengawasan atau supervisi. Perencanaan dan penerapan prosedur dilakukan untuk memberikan kesempatan pada pelaksana prosedur mempelajari dan memahami semua tugas, arahan, dan jadwal serta kebutuhan sumber daya yang terkait. Pemberitahuan atau penyebaran informasi mengenai prosedur dan segala perubahannya bertujuan agar setiap anggota organisasi mengetahui keterkaitan pekerjaannya terhadap prosedur yang dibuat. Distribusi dan aksesibilitas prosedur harus dijamin untuk seluruh pelaksana prosedur dalam organisasi. Jaminan ini ditujukan agar seluruh pelaksana memahami tugas dan tanggung jawab terkait pekerjaannya yang terdapat dalam prosedur.

Lebih lanjut, tahapan yang harus diperhatikan adalah pelatihan pemahaman prosedur. Pelatihan bertujuan agar penerapan prosedur dilaksanakan secara efektif oleh seluruh pelaksana prosedur. Penilaian kebutuhan pelatihan, penyusunan materi pelatihan, pemilihan peserta pelatihan, pemilihan instruktur, dan pen-



jadwalan serta pengadministrasian pelatihan merupakan tahapan yang harus diperhatikan dalam pelatihan pemahaman prosedur. Hal ini bertujuan agar pelatihan yang dilakukan efektif. Pengawasan atau supervisi adalah aspek penting yang harus diperhatikan untuk memastikan prosedur diterapkan sesuai dengan tujuannya. Pelaksana diharapkan menguasai prosedur yang dilaksanakannya sehingga pengawasan merupakan elemen penting yang tidak boleh diabaikan dalam penerapan prosedur.

G. Prosedur Penilaian Risiko

Berdasarkan pemaparan sebelumnya, pengembangan prosedur secara prinsip tidak memiliki format tertentu untuk digunakan, namun karena studi kasus penilaian risiko ini diperuntukan bagi instansi pemerintah, acuan yang digunakan adalah Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negera dan Reformasi Birokrasi Nomor 35 tahun 2012. Studi kasus penilaian risiko ini dibuat agar instansi pemerintah dapat membuat prosedur penilaian risiko pada instansinya dan menerapkan prosedur tersebut.

Prosedur pengukuran risiko dalam buku ini bersifat umum dan segala ketentuan yang disampaikan merupakan ilustrasi sehingga instansi pemerintah yang ingin menerapkan prosedur ini harus menyesuaikan dengan konteks organisasinya masing-masing. Prosedur pengukuran risiko ini mengacu pada Permenpan dan RB No. 35 Tahun 2012 dan ISO/TS 10013:2001. Di bawah ini merupakan beberapa komponen prosedur yang dapat menjadi acuan bagi setiap instansi pemerintah dalam pengembangan prosedur penilaian risiko.

1) Unsur Identitas Prosedur

Identitas prosedur merupakan salah satu bagian dari unsur prosedur. Ilustrasi identitas untuk prosedur penilaian risiko dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Contoh Identitas untuk Prosedur Penilaian Risiko

Judul Prosedur	: SOP Penilaian Risiko
Nomor Prosedur	: XYZ-PR-BAG-01
Tujuan Prosedur	: <ul style="list-style-type: none">• Menjamin proses penilaian risiko sesuai dengan standar organisasi.• Menjamin proses penilaian risiko dilakukan setiap enam bulan sekali.• Memastikan setiap pelaksana yang terkait dengan prosedur ini telah mengerti, memahami serta menjalankan tugas dan wewenangnya sesuai dengan prosedur ini.• Memastikan proses penilaian risiko dilakukan secara konsisten.
Jenis Kegiatan	: Rutin (setiap enam bulan)
Penganggung Jawab	: <ul style="list-style-type: none">• Laporan hasil analisis risiko = Kepala bidang/bagian (setingkat manajer)• Kegiatan penilaian risiko = tim penilai risiko
Ruang Lingkup	: Prosedur ini mengatur proses penilaian risiko terhadap kegiatan seperti pelayanan pelatihan, bimbingan teknis, pengujian produk, dan penelitian di “XYZ”
Dasar Hukum	: <ul style="list-style-type: none">• Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 81 Tahun 2010 tentang <i>Grand Design</i> Reformasi Birokrasi 2010–2025• Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1995 tentang Perbaikan dan Peningkatan Mutu Pelayanan Aparatur kepada Masyarakat;• Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 25 Tahun 2009 tentang Pelayanan Publik, (Lembaran Negara RI Tahun 2009 Nomor 112, Tambahan Lembaran Negara RI Nomor 5038);• Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 60 Tahun 2008 tentang Sistem Pengendalian Intern Pemerintah.• Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negera dan Reformasi Birokrasi Nomor 35 tahun 2012• Peraturan Kepala BPKP No.PER-688/K/D4/ 2012 Tentang Pedoman Pelaksanaan Penilaian Risiko di Lingkungan Instansi Pemerintah
Keterkaitan	: Prosedur ini memiliki keterkaitan dengan SOP Pengendalian Rekaman.

Peringatan	:	Laporan hasil penilaian risiko harus dibuat paling lambat bulan Juni (periode I) dan Desember (periode II)
Peralatan dan Perlengkapan	:	<ul style="list-style-type: none"> • Perangkat komputer • Matriks penilaian risiko • Alat tulis kantor (ATK)
Pencatatan dan Pendaftaran	:	Rekaman dicatat dan didaftarkan mengikuti SOP pengendalian rekaman.
Definisi dan Istilah	:	<ul style="list-style-type: none"> • Risiko adalah efek dari ketidakpastian dari tujuan • Penilaian risiko adalah kegiatan penilaian atas kemungkinan kejadian yang mengancam pencapaian tujuan dan sasaran instansi pemerintah. • Tim penilai risiko adalah tim yang bertanggung jawab melakukan penilaian risiko • Matriks penilaian risiko adalah matriks yang berisi daftar mode kegagalan, dampak, penyebab, serta metode deteksi kegagalan yang dilengkapi dengan <i>severity</i>, <i>occurrence</i>, dan <i>detection</i>.

Catatan: XYZ = Nama instansi pemerintah

2) Identifikasi Kegiatan dalam Pengukuran Risiko

Setelah instansi pemerintah menetapkan beberapa komponen penting dalam identitas prosedur, instansi pemerintah perlu mengidentifikasi semua kegiatan yang ada dalam proses penilaian risiko. Berdasarkan PP No.60 Tahun 2008 kegiatan utama dalam penilaian risiko ada dua, yaitu identifikasi risiko dan analisis risiko sehingga kegiatan dalam penilaian risiko sebagai berikut.

a) Identifikasi Risiko

- Kepala satuan kerja menetapkan tujuan dan lingkup risiko yang akan dinilai.
- Kepala satuan kerja membentuk tim penilai risiko yang terdiri dari kepala bidang/bagian/unit atau pihak terkait lainnya.
- Tim penilai risiko melakukan pemetaan proses bisnis. Jika belum ada, yang akan dinilai risikonya adalah proses bisnis kegiatan Namun, jika sudah



ada, langsung melakukan tinjauan terhadap bisnis proses yang ada.

- Tim penilai risiko melakukan identifikasi pemangku kepentingan sesuai dengan lingkup analisis.
- Tim penilai risiko melakukan identifikasi fungsi, persyaratan, dan/atau spesifikasi lingkup analisis risiko.
- Tim penilai risiko mengidentifikasi mode kegagalan potensial.
- Tim penilai risiko mengidentifikasi penyebab kegagalan.
- Tim penilai risiko mengidentifikasi dampak kegagalan.
- Tim penilai risiko mengidentifikasi metode deteksi kegagalan.
- Tim penilai risiko menentukan skala penilaian risiko untuk kriteria S, O, dan D.

b) Analisis Risiko

- Tim penilai meminta pihak terkait (misal: pemilik proses/penanggungjawab) mengisi kuesioner (Lampiran 1) pembobotan kriteria S, O, dan D untuk memperoleh urutan prioritas kriteria S, O, dan D, kemudian melakukan penghitungan dengan bantuan perangkat lunak pembobotan (misal: *Expert Choice*) atau juga dapat dihitung manual (lihat Lampiran 5).
- Tim penilai menentukan sistem inferensi *fuzzy* sesuai dengan hasil prioritas bobot S, O, dan D.
- Tim penilai melakukan penilaian risiko dengan menggunakan matriks risiko (Lampiran 2) dan skala risiko yang sudah ditentukan.



- Tim penilai melakukan perhitungan nilai risiko (RPN dan F-RPN).
- Tim penilaian melakukan pemeringkatan risiko berdasarkan nilai risiko yang diperoleh.
- Tim penilai memberikan usulan perbaikan dan pencegahan terhadap risiko dan membuat laporan ringkas hasil analisis risiko dan menyampaikannya kepada kepala satuan kerja.
- Kepala satuan kerja menentukan rencana tindakan yang akan dilakukan berdasarkan usulan yang disampaikan oleh tim penilai risiko, kemudian menyusun rencana penilaian ulang risiko dalam rangka evaluasi terhadap rencana tindak perbaikan dan pencegahan risiko.

Contoh prosedur penilaian risiko ini diharapkan dapat memberikan ilustrasi bagi instansi pemerintah dalam penyusunan prosedur risiko yang dibutuhkan sebagai salah satu unsur penerapan SPIP. Contoh prosedur penilaian risiko secara detail dapat dilihat pada Lampiran 4.





BAB 6

Penutup

Penilaian risiko merupakan hal yang harus dilakukan oleh instansi pemerintah untuk mencapai pengelolaan pemerintahan sesuai kaidah tata kelola pemerintahan yang efektif, efisien, transparan, dan akuntabel. Penilaian risiko dapat meminimalkan kejadian yang dapat menghambat pencapaian tujuan dan sasaran organisasi, sebagaimana disiratkan pada PP No. 60 Tahun 2008. Di samping itu, penilaian risiko diharapkan dapat mewujudkan efisiensi dan efektivitas layanan pemerintah kepada masyarakat serta mendorong peningkatan kualitas pelayanan. Penilaian risiko menjadi acuan bagi instansi pemerintah dalam menyusun rencana strategis dan membantu menghindari pemborosan Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN) atau Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD). Buku ini menitikberatkan pada penilaian risiko untuk instansi pemerintah sebagai pegejawantahan PP No. 60 Tahun 2008 tentang Sistem Pengendalian Intern Pemerintah (SPIP).

Penilaian risiko menjadi hal yang penting untuk dilakukan ketika suatu instansi ingin menerapkan pengambilan keputusan dengan tingkat risiko yang dapat dikendalikan. Buku ini memberikan pemahaman yang menyeluruh tentang penilaian risiko, mulai dari pengenalan konsep dasar risiko, manajemen risiko, studi kasus penilaian risiko dengan metode *fuzzy-failure mode and effect analysis* (*fuzzy-FMEA*) serta langkah pembuatan prosedur penilaian

risiko. Semua langkah penilaian risiko dengan *fuzzy*-FMEA telah dijelaskan secara detail sehingga memudahkan pembaca untuk menerapkan metode penilaian risiko dengan metode *Fuzzy*-FMEA.

Penilaian risiko dapat dilakukan melalui metode kualitatif, semi kuantitatif, atau kuantitatif tergantung pada kebutuhan dan kesesuaian terhadap konteks organisasi. Instansi pemerintah lebih disarankan menggunakan metode penilaian risiko kualitatif. *Fuzzy-failure mode and effect analysis* (*fuzzy*-FMEA) merupakan metode penilaian risiko kualitatif. Jika dikaitkan dengan konteks keterbatasan anggaran pemerintah, metode ini lebih cocok untuk instansi pemerintah karena lebih murah dibandingkan dengan metode lainnya (semikuantitatif atau kuantitatif). Dari aspek kebutuhan penyediaan informasi terkait risiko, metode ini juga lebih dianjurkan karena semua informasi risiko yang dibutuhkan lebih sederhana dan dapat disediakan instansi pemerintah. Metode semi kuantitatif atau kuantitatif yang membutuhkan data pendukung risiko yang lebih kompleks yang dalam konteks institusi pemerintahan berpotensi sulit diperoleh.

Metode penilaian risiko *fuzzy*-FMEA memiliki potensi diterapkan pada instansi pemerintah karena secara umum memiliki kerangka penilaian risiko sesuai dengan PP No. 60 Tahun 2008, yaitu:

- 1) Merupakan metode penilaian risiko kualitatif yang memiliki unsur pemeringkatan dalam bentuk nilai *fuzzy-risk priority number* (F-RPN)
- 2) Memiliki kemampuan melakukan identifikasi risiko yang ber-sumber dari faktor internal dan eksternal.
- 3) Memiliki kriteria metode deteksi risiko yang mempermudah proses pengendalian dan penurunan tingkat risiko.
- 4) Mempertimbangkan bobot kriteria risiko sehingga dapat mengetahui faktor-faktor yang dapat meningkatkan risiko.



- 5) Dapat diterapkan di setiap tingkatan organisasi, baik untuk kegiatan/proses maupun keluaran kegiatan.
- 6) Memiliki kemampuan menganalisis dampak keparahan risiko (*severity*), probabilitas munculnya risiko (*occurrence*), dan metode deteksi risiko (*detection*).
- 7) Mudah memformulasikan tingkat keberterimaan risiko organisasi, yaitu berdasarkan nilai F-RPN yang memiliki rentang pasti yaitu antara 1 sampai 1000.

Fuzzy-FMEA juga memiliki tingkat fleksibilitas yang cukup baik untuk disesuaikan dengan konteks instansi pemerintah. Kesesuaian metode penilaian risiko dengan konteks organisasi yang akan menerapkannya dinyatakan penting agar tujuan penilaian risiko dapat dicapai. Selain itu, kesesuaian konteks ini juga akan memudahkan proses adopsi metode bagi organisasi dan mencegah adanya resistansi dari lingkungan internal organisasi. Berdasarkan hasil analisis, metode *fuzzy*-FMEA berkesesuaian dengan konteks organisasi pemerintah dari aspek peraturan perundangan, budaya, struktur organisasi, kompetensi sumber daya, dan anggaran. Terlepas dari kekurangan *fuzzy*-FMEA, metode ini memiliki potensi yang baik untuk diterapkan pada penilaian risiko di instansi pemerintah.

Beberapa hal yang harus diperhatikan pada implementasi penilaian risiko dengan *fuzzy*-FMEA sebagai berikut.

- 1) Penetapan lingkup penilaian risiko sesuai dengan konteks organisasi;
- 2) Penentuan tim penilai risiko yang memiliki kompetensi memadai untuk melakukan penilaian risiko;
- 3) Penentuan narasumber ahli yang akan menentukan bobot nilai tingkat keparahan (*severity*), frekuensi kegagalan (*occurrence*), dan deteksi kegagalan (*detection*);

- 4) Penentuan narasumber ahli yang akan menetapkan aturan jika-maka, pembentukan fungsi masukan dan keluaran *fuzzy*; dan
- 5) Penentuan tindakan.





Daftar Peraturan Perundangan

Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1995 Tentang Perbaikan dan Peningkatan Mutu Pelayanan Aparatur kepada Masyarakat.

Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2008 Tentang Sistem Pengendalian Intern Pemerintah.

Peraturan Kepala Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan No: PER-688/K/D4 /2012 Tentang Pedoman Pelaksanaan Penilaian Risiko di Lingkungan Instansi Pemerintah.

Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 12 Tahun 2011 Tentang Pedoman Penataan Tata Laksana (*Business Process*).

Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 29 Tahun 2014 Tentang Sistem Akuntabilitas Kinerja Instansi Pemerintah.

Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Republik Indonesia Nomor 35 Tahun 2012 Tentang Pedoman Penyusunan Standar Operasional Prosedur Administrasi Pemerintahan.

Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 81 Tahun 2010 Tentang *Grand Design* Reformasi Birokrasi 2010–2025.

Peraturan Pemerintah No. 26 Tahun 2012 Tentang Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 43 Tahun 2009.

Peraturan Kepala Arsip Nasional Nomor 12 Tahun 2009 Mengenai Jadwal Retensi Arsip Fasilitatif Non Keuangan dan Non Kepegawaian.

Undang-Undang Nomor 43 Tahun 2009 Tentang Kearsipan.



Daftar Pustaka

- Al-Bahar, J. F., & Crandall, K. C. (1990). Systematic risk management approach for construction projects. *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*, 116(3), 533–546.
- Arunraj, N., & Maiti, J. (2007). Risk-based maintenance: Techniques and applications. *Journal of Hazardous Materials*, 142, 653–661.
- Asian Development Bank. (1999). *Governance: Sound-development management*. Manila: Asian Development Bank.
- Aven, T. (2008). *Risk analysis: Assessing uncertainties beyond expected values and probabilities*. West Sussex, England: John Wiley & Sons.
- Bayo-Moriones, A., & Lera-López, F. (2007). A firm-level analysis of determinants of ICT adoption in Spain. *Technovation*, 27, 352–366.
- Berka, K. (1983). *Measurement: Its concepts, theories, and problems*. Dordrecht, Holland: D. Reidel Publishing Company.
- Besterfield, D., Besterfield-M., C., Besterfield, G., & M. Besterfield-S. (2003). *Total quality management*. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Bojadziev, G., & Bojadziev, M. (2007). *Fuzzy logic for business, finance, and management* (2nd ed.). Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.

- Bovens, M. (2007). Analysing and assessing accountability: A conceptual framework. *European Law Journal*, 13(4), 447–468.
- BPKP. (2008). *Kode etik dan standar audit*. Jakarta: Badan Pengawas Keuangan dan Pembangunan (BPKP).
- BPKP. (2012). *Peraturan Kepala Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan Nomor: PER-688/K/D4/2012 Tentang Pedoman Pelaksanaan Penilaian Risiko di Lingkungan Instansi Pemerintah*. Jakarta: BPKP
- BPS. (2015, September 8). Jumlah pegawai negeri sipil menurut tingkat pendidikan dan jenis kelamin. Retrieved Oktober 3, 2016, from www.bps.go.id: <https://www.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/1175>.
- BSN. (2011). SNI ISO 31000:2011. *Manajemen risiko: Prinsip dan panduan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. (2015a). SNI ISO 9001:2015. *Sistem manajemen mutu: Persyaratan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. (2015b). *Sistem manajemen mutu: Dasar-dasar dan kosakata*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Burns, T., & Stalker, G. M. (1961). *The management of innovation*. London: Tavistock.
- Cameron, K. S., & Quinn, R. E. (2006). *Diagnosing and changing organizational culture*. San Francisco: John Willey & Sons.
- Carter, D., Hirst, I., Maddison, T., & Porter, S. (2003). Appropriate risk assessment methods for major accident establishments. *Trans. I. Chem. E. Process Saf. Environ. Prot.*, 81(B), 12–18.
- Chang, D. S., & Sun, K. L. P. (2009). Applying DEA to enhance assessment capability of FMEA. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 26(6), 629–643.
- Chang, K.-H., & Cheng, C.-H. (2010). A risk assessment methodology using intuitionistic fuzzy set in FMEA. *International Journal of Systems Science*, 41(12), 1457–1471.

- Chang, K.-H., Chang, Y.-C., & Tsai, I.-T. (2013). Enhancing FMEA assessment by integrating grey relational analysis and the decision making trial and evaluation laboratory approach. *Engineering Failure Analysis*, *31*, 211–224.
- Chen, P.-S., & Wu, M.-T. (2013). A modified failure mode and effects analysis method for supplier selection problems in the supply chain risk environment: A case study. *Computers & Industrial Engineering*, *66*, 634–642.
- Chen, Z., Wu, X., & Qin, J. (2014). Risk assessment of an oxygen-enhanced combustor using a structural model based on the FMEA and fuzzy fault tree. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, *32*, 349–357.
- Chiarini, A. (2012). Risk management and cost reduction of cancer drugs using lean six sigma tools. *Leadership in Health Services*, *25*(4), 318–330.
- Chin, K.-S., Chan, A., & Yang, J.-B. (2008). Development of a fuzzy FMEA based product design system. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *36*, 633–649.
- Chuang, P.-T. (2010). Incorporating disservice analysis to enhance perceived service quality. *Industrial Management & Data Systems*, *110*(3), 368–391.
- Cicek, K., & Celik, M. (2013). Application of failure modes and effects analysis to main engine crankcase explosion failure on-board ship. *Safety Science*, *51*, 6–10.
- Courtright, J. A., Fairhurst, G. T., & Rogers, L. E. (1989). Interaction patterns in organic and mechanistic systems. *The Academy of Management Journal*, *32*(4), 773–802.
- D. Osborn, & Gaebler. (1992). *Reinventing government: How the entrepreneurial spirit is transforming the public sector*. New York: Penguins Book.



- De Rosier, J., Stalhandske, E., Bagian, J., & Nudell, T. (2002). Using health care failure mode and effect analysis: The VA national center for patient safety's prospective risk analysis system. *J. on Qual. Improv.*, 28(5), 248–267.
- Deshpande, R., & Webster, F. (1989). Organizational culture and marketing: Defining the research agenda. *Journal of Marketing*, 23(1), 32–58.
- Dickson, T. (2001). Calculating risks: Fine's mathematical formula 30 years later. *Australian Journal of Outdoor Education*, 6(1), 31–39.
- Ding, L. (2001). *A new paradigm of knowledge engineering by soft computing* (Vol. 5). Singapore: World Scientific Publishing.
- Dinmohammadi, F., & Shafiee, M. (2013). A fuzzy-FMEA risk assessment approach for offshore wind turbines. *International Journal of Prognostics and Health Management*, 4, 1–10.
- Duadji, N. (2012). *Good governance dalam pemerintah daerah*. *MIMBAR*, 28(2), 201–209.
- Dubnick, M. (2002). Seeking salvation for accountability. *Annual Meeting of the American Political Science Association*, (pp. 7–9).
- Fisk, E. R. (1997). *Construction project administration* (5th ed.). Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Flanagan, R., & Norman, G. (1993). *Risk management and construction* ((Eds) ed.). Great Britain: Black Science.
- Flanagan, T. J. (1996). Public opinion on crime and justice: History, development, and trends. In T. J. Longmire, *Americans View Crime and Justice: A National Public Opinion Survey* ((Eds) ed., pp. 1–15). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Forman, H., & Selly, M. (2001). *Decision by objective: How to convince others that you are right*. London: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.

- Gargama, H., & Chaturvedi, S. K. (2011). Criticality assessment models for failure mode effects and criticality analysis using fuzzy logic. *IEEE Transactions on Reliability*, 60(1), 102–110.
- Goods, W., & Hatt, P. (1952). *Methods in social research*. New York: McGraw Hill Book Co., Inc.
- Guimaraes, A., & Lapa, C. (2004). Fuzzy FMEA applied to PWR chemical and volume control system. *Progress in Nuclear Energy*, 44(3), 191–213.
- Hadi-Vencheh, A., & Aghajani, M. (2013). Failure mode and effects analysis: A fuzzy group MCDM approach. *Journal of Soft Computing and Applications*, 2013, 1–14.
- Harlow, C. (2002). *Accountability in the European Union*. Oxford: Oxford University Press.
- Hung, Y. C., Huang, S. M., Lin, Q. P., & Tsai, M. L. (2005). Critical factors in adopting a knowledge management system for the pharmaceutical industry. *Industrial Management & Data Systems*, 105(2), 164–183.
- Ilangkumaran, M., & Thamizhselvan, P. (2010). Integrated hazard and operability study using fuzzy linguistics approach in petrochemical industry. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27(5), 541–557.
- Indriantoro, N., & Supomo, B. (1999). *Metodologi penelitian bisnis untuk akuntansi & manajemen*. Yogyakarta: BPFE-Yogyakarta.
- IOS. (2001). ISO/TS 10013:2001. *Guidelines for quality management system document*. Switzerland: The International Organization for Standardization, 2001.
- IOS. (2009). ISO Guide 73. *Risk management: Vocabulary*. Switzerland: The International Organization for Standardization.
- Irwanto. (2006). *Focus group discussion (FGD): Sebuah pengantar praktis*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Ismiyarto, Suwitri, S., Warella, Y., & Sundarso. (2015). Organizational culture, motivation, job satisfaction, and performance of

- employees toward the implementation of internal bureaucracy reform in the ministry for the empowerment of state apparatus and bureaucracy reform: The Ministry of PAN-RB. *Journal of Management and Sustainability*, 5(1), 192–199.
- Jong, C. H., Tay, K. M., & Lim, C. P. (2013). Application of the fuzzy failure mode and effect analysis methodology to edible bird nest processing. *Computers and Electronics in Agriculture*, 96, 90–108.
- Ke, W., & Wei, K. K. (2008). Organizational culture and leadership in ERP implementation. *Decision Support Systems*, 45(2), 208–218.
- Kerzner, H. (2003). *Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling* (8th ed.). New Jersey: John Wiley & Sons.
- Keskin, G. A., & Özkan, C. (2009). An alternative evaluation of FMEA: Fuzzy ART algorithm. *Quality and Reliability Engineering International*, 25, 647–661.
- Khaleghi, S., Givehchi, S., & Karimi, S. (2013). Fuzzy risk assessment and categorization, based on event tree analysis (ETA) and layer of protection analysis (LOPA): Case study in gas transport system. *World Applied Programming*, 3(9), 417–426.
- Kharola, A., & Singh, S. (2014). Development of fuzzy failure mode effect analysis (FFMEA) model for risk priority number (RPN) analysis. *Advanced Modeling and Optimization*, 16(1), 211–221.
- Kolich, M. (2014). Using failure mode and effects analysis to design a comfortable automotive driver seat. *Applied Ergonomics*, 45, 1087–1096.
- Kolluru, R. V. (1996). *Risk assessment and mangement handbook*. New York: McGraw Hill Inc.



- Kumru, M., & Kumru, P. (2013). Fuzzy FMEA application to improve purchasing process in a public hospital. *Applied Soft Computing*, 13, 721–733.
- Kurt, L., & Ozilgen, S. (2013). Failure mode and effect analysis for dairy product manufacturing: Practical safety improvement action plan with cases from Turkey. *Safety Science*, 55, 195–206.
- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2010). *Aplikasi logika fuzzy untuk pendukung keputusan* (2nd ed.). Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumawati, D. N., & Riyanto, B. (2005). *Corporate governance dan kinerja: Analisis pengaruh compliance reporting dan struktur dewan terhadap kinerja. Simposium Nasional Akuntansi* (pp. 248–261). Solo: Universitas Lambung Mangkurat.
- Kutlu, A. C., & Ekmekçiöglu, M. (2012). Fuzzy failure modes and effects analysis by using fuzzy TOPSIS-based fuzzy AHP. *Expert Systems with Applications*, 39, 61–67.
- Lai, V. S., & Guynes, L. (1997). An assessment of the influence of organizational characteristics on information technology adoption decision: A discriminative approach. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 44(2), 146–157.
- Liao, C.-J., & Ho, C. (2014). Risk management for outsourcing biomedical waste disposal: Using the failure mode and effects analysis. *Waste Management*, 34, 1324–1329.
- Liu, H. C., You, J. X., Shan, M. M., & Shao, L. N. (2015). Failure mode and effects analysis using intuitionistic fuzzy hybrid TOPSIS approach. *Soft Computing*, 19(4), 1085–1098.
- Liu, H.-C., Liu, L., & Liu, N. (2013). Risk evaluation approaches in failure mode and effects analysis: A literature review. *Expert Systems with Applications*, 40, 828–838.
- Liu, H.-C., Liu, L., Liu, N., & Mao, L.-X. (2012). Risk evaluation in failure mode and effects analysis with extended VIKOR method under fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, 39, 12926–12934.



- López-Tarjuelo, J., Bouché-Babiloni, A., Santos-Serra, A., Morillo-Macías, V., Calvo, F. A., Kubyshin, Y., & Ferrer-Albiach, C. (2014). Failure mode and effect analysis oriented to risk-reduction interventions in intraoperative electron radiation therapy: The specific impact of patient transportation, automation, and treatment planning availability. *Radiotherapy and Oncology*, *113*, 283–289.
- Lu, J., Jain, L., & Zhang, G. (2012). *Handbook on decision making (Vol 2): Risk management in decision making*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag .
- Mandal, S., & Maiti, J. (2014). Risk analysis using FMEA: Fuzzy similarity value and possibility theory based approach. *Expert Systems with Applications*, *41*, 3527–3537.
- Mardiasmo. (2009). *Perpajakan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Markowski, A., & Mannan, M. (2009). Fuzzy logic for piping risk assessment (pfLOPA). *Journal of Loss Prevention in The Process Industries*, *22*, 921–927.
- McCaffrey, J., & Hagg-Rickert, S. (2009). Development of risk management program. Dalam R. L. Carroll (Ed.), *Risk Management Handbook for Health Care Organizations* (pp. 1–30). San Francisco: Jossey-Bass.
- McDermott, R., Mikulak, R., & Beauregard, M. (2009). *The basic of FMEA* (2nd ed.). New York: Taylor and Francis Group.
- Moch, M. K., & Morse, E. V. (1977). Size, centralization, and organizational adoption of innovations. *Amer. Sociolog. Rev.*, *42*(5), 716–725.
- Mohideen, P., & Ramachandran, M. (2014). Strategic approach to breakdown maintenance on construction plant: UAE perspective. *Benchmarking: An International Journal*, *21*(2), 226–252.
- Molak, V. (1997). *Fundamentals of risk analysis and risk management*. Florida: Lewis Publisher.

- Muehlen, M. Z., & Ho, D. T. (2006). *Risk management in BPM lifecycle*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Mulgan, R. (2003). *Holding power to account: Accountability in modern democracies*. Hampshire: Pelgrave Macmillan.
- Murphy, M., Heaney, G., & Perera, S. (2011). A methodology for evaluating construction innovation constraints through project stakeholder competencies and FMEA. *Construction Innovation*, 11(4), 416–440.
- Nassimbeni, G., Sartor, M., & Dus, D. (2012). Security risks in service offshoring and outsourcing. *Industrial Management & Data Systems*, 3, 405–440.
- Nazir, M. (2011). *Metode Penelitian*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- Nielsen, T., & Aven, T. (2003). Models and model uncertainty in the context of risk analysis. *Reliability Engineering and System Safety*, 79, 309–317.
- Nirwandari, S. (1997). *Birokrasi di Indonesia*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Ookalkar, A., Joshi, A. G., & Ookalkar, D. S. (2009). Quality improvement in haemodialysis process using FMEA. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 26(8), 817–830.
- Osborne, D., & Gaebler, T. (1992). *Reinventing government: How the entrepreneurial spirit is transforming the public sector*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Paciarotti, C., Mazzuto, G., & D’Ettorre, D. (2014). A revised FMEA application to the quality control management. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 31(7), 788–810.
- Pierce, J. L., & Delbecq, A. L. (1977). Organization structure, individual attitudes and innovation. *The Academy of Management Review*, 2(1), 27–37.



- Pillay, A., & Wang, J. (2003). Modified failure mode and effects analysis using approximate reasoning. *Reliability Engineering and System Safety*, 79, 69–85.
- Raftery, J. (1994). *Risk analysis in project management*. London: E & FN Spon.
- Raho, L. E., Belohlav, J. A., & Fiedler, K. D. (1987). Assimilation new technology into the organization: An assessment of McFarlan and McKenney's model. *MIS Quart*, 11(1), 43–56.
- Rao, M. E., & Rao, S. G. (2014). Expert system for heart problems. *International Journal of Computer Science Engineering and Technology (IJCSSET)*, 4(1), 266–271.
- Romli, K. (2013). Bureaucracy communication and government organizational culture. *International Conference on Law, Business, and Governance* (pp. IV-23-28). Faculty of Politics and Social Science University of Bandar Lampung.
- Rossi, G. B. (2014). *Measurement and probability: A probabilistic theory of measurement with applications*. Dordrecht: Springer.
- Rot, A. (2008). IT risk assessment: Quantitative and qualitative approach. Dalam *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science*. San Francisco.
- Saaty, T. L. (1970). *Optimization in Integers and Related External Problems*. New York: McGraw-Hill.
- Saaty, T. L. (1993). *Pengambilan keputusan bagi para pemimpin, proses hierarki analitik untuk pengambilan keputusan dalam situasi yang kompleks*. Jakarta: Pustaka Binaman Pressindo.
- Sant'Anna, A. (2012). Probabilistic priority numbers for failure modes and effects analysis. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 29(3), 349–362.
- Segismundo, A., & Miguel, P. (2008). Failure mode and effects analysis (FMEA) in the context of risk management in new product development: A case study in an automotive com-



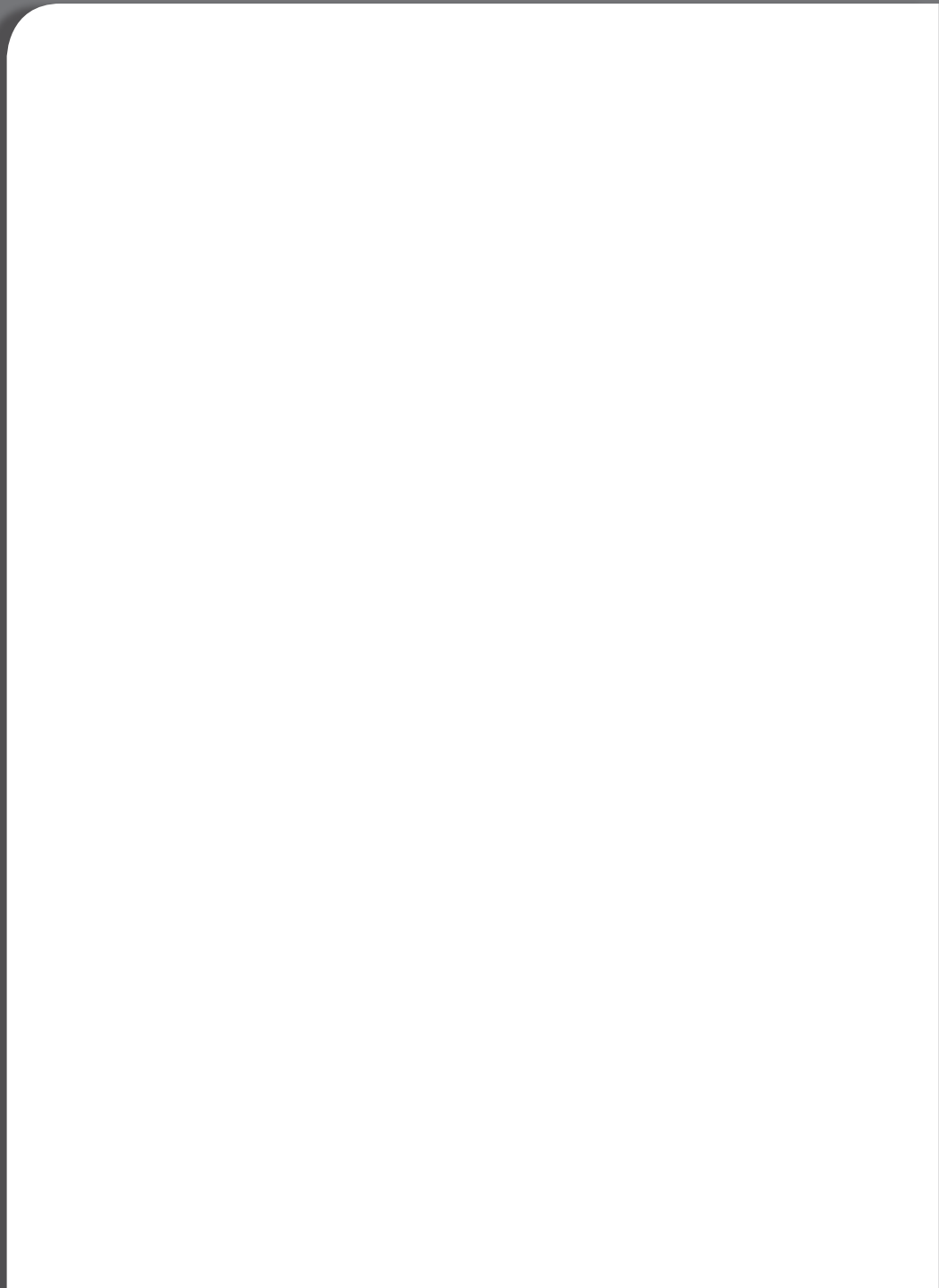
- pany. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 25(9), 899–912.
- Senarathna, I., Warren, M., Yeoh, W., & Salzman, S. (2014). The influence of organisation culture on e-commerce adoption. *Industrial Management & Data Systems*, 114(7), 1007–1021.
- Seyed-Hosseini, S., Safaei, N., & Asgharpour, M. (2006). Reprioritization of failures in a system failure mode and effects analysis by decision making trial and evaluation laboratory technique. *Reliability Engineering System Safety*, 91(8), 872–881.
- Sharma, R., Kumar, D., & Kumar, P. (2005). Systematic failure mode effect analysis (FMEA) using fuzzy linguistic modelling. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 22(9), 986–1004.
- Sharma, V., Kumari, M., & Kumar, S. (2011). Reliability improvement of modern aircraft engine through failure modes and effects analysis of rotor support system. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 28(6), 675–687.
- Shen, L. Y., Wu, G. W., & Ng, C. S. (2001). Risk assessment for construction joint ventures in China. *Journal of Construction Engineering and Management*, 127(1), 76–81.
- Siagian, S. (1996). *Patologi birokrasi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Siagian, S. P. (1994). *Manajemen sumber daya manusia*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Silva, M. M., Gusmão, A. P., Poletto, T., Silva, L. C., & Costa, A. P. (2014). A multidimensional approach to information security risk management using FMEA and fuzzy theory. *International Journal of Information Management*, 34, 733–740.
- Sivanandam, S., Sumathi, S., & Deepa, S. (2007). *Introduction to fuzzy logic using MATLAB*. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Soedarmayanti. (2003). Good governance (*kepemerintahan yang baik*) dalam rangka otonomi daerah. Bandung: Mandar Maju.



- Sudrajat, T. (2009). Perwujudan *good governance* melalui format reformasi publik dalam perspektif hukum administrasi negara. *Jurnal Dinamika Hukum*, 9, 118–125.
- Sunarsip. (2001). *Corporate governance* audit: Paradigma baru profesi akuntan dalam mewujudkan *good corporate governance*. *Artikel Media Akuntansi*, April-Mei(17), II–VII.
- Suryadi, K., & Ramdhani, M. A. (1998). *Sistem pendukung keputusan*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Susilo, F. (2006). *Himpunan dan logika kabur serta aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Tague, N. R. (2005). *The quality toolbox* (2nd ed.). Milwaukee: ASQ Quality Press.
- UNDP. (2006). *Definition of basic concepts and terminologies in governance*. New York: UNPD.
- Vahdani, B., Salimi, M., & Charkhichian, M. (2014). A new FMEA method by integrating Fuzzy belief structure and TOPSIS to improve risk evaluation process. *International Journal Advanced Manufacturing Technology*, 73(3), 357–368.
- Vaughan, E. J., & Vaughan, T. (2008). *Fundamentals of risk and insurance* (10th ed.). Cheltenham: John Willey & Sons, Inc.
- Vinodh, S., & Santhosh, D. (2012). Application of FMEA to an automotive leaf spring manufacturing organization. *The TQM Journal*, 24(3), 260–274.
- Vose, D. (2008). *Risk analysis: A quantitative guide*. West Sussex: John Willey & Sons.
- Wang, Y.-M., Chin, K.-S., Poon, G. K., & Yang, J.-B. (2009). Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy weighted geometric mean. *Expert Systems with Applications*, 36, 1195–1207.
- Williams, L. R. (1994). Understanding distribution channels: An interorganizational study of EDI adoption. *J. Bus. Logist*, 15(2), 173–203.

- Yang, Z., Bonsall, S., & Wang, J. (2008). Fuzzy rule-based bayesian reasoning approach for prioritization of failures in FMEA. *IEEE Transactions on Reliability*, 57(3), 517–528.
- Yusrialis. (2012). Budaya birokrasi pemerintahan. *Jurnal Sosial Budaya*, 9(1), 81–108.
- Zadeh, L. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8, 338–353.
- Zadeh, L. A. (1975). The concept of a linguistic variables and its application to approximate reasoning-I. *Information Science*, 8, 199–249.
- Zadeh, L. (1983). The role of fuzzy logic in the management of uncertainty in expert systems. *Fuzzy Sets and System*, 11, 199–227.
- Zadeh, L. A. (1988). Fuzzy logic. *IEEE*, 214, 83–93.
- Zhang, H., & Liu, D. (2006). *Fuzzy modeling and fuzzy control*. Boston: Birkhäuser.
- Zeyn, E. (2011). Pengaruh *good governance* dan standar akuntansi pemerintah terhadap akuntansi keuangan dengan komitmen organisasi sebagai pemoderasi. *Jurnal Reviu Akuntansi dan Keuangan*, 1(1), 21–37.







LAMPIRAN I

Kuesioner Pembobotan

IDENTITAS RESPONDEN

Jabatan:

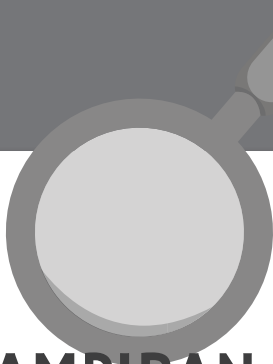
Petunjuk Pengisian:

- 1) Untuk menghindari inkonsistensi, dimohon agar Bapak/Ibu mengisi kuesioner ini pada satu waktu dan memperhatikan konsistensi jawaban.
- 2) Pengisian kuesioner dilakukan secara tertulis dengan menjawab semua pertanyaan tertulis dengan tanda silang (X), lingkaran (O), atau centang (√). Jawaban ini dapat merupakan hasil pengalaman atau pengetahuan yang Bapak/Ibu miliki
- 3) Dalam bagian kuesioner ini, Bapak/Ibu diminta untuk membandingkan antara kriteria-kriteria risiko yang harus dipertimbangkan untuk memberikan pembobotan kriteria analisis risiko.
- 4) Nilai perbandingan yang diberikan mempunyai skala 1 sampai 9. Definisi dari skala banding yang digunakan adalah sebagai berikut.

Nilai	Definisi	Penjelasan
1	Sama penting	Dua variabel menyumbang sama besar pada sifat itu
3	Sedikit lebih penting	Pengalaman dan pertimbangan sedikit menyokong satu variabel atas yang lainnya
5	Jelas lebih penting	Pengalaman dan pertimbangan dengan kuat menyokong satu variabel atas variabel lainnya
7	Sangat jelas lebih penting	Satu variabel dengan kuat disokong dan dominannya telah terlihat dalam praktek
9	Mutlak lebih penting	Bukti yang menyokong variabel yang satu atas variabel lainnya memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan.
2, 4, 6, 8	Nilai-nilai di antara dua pertimbangan yang berdekatan	Kompromi diperlukan antara dua pertimbangan

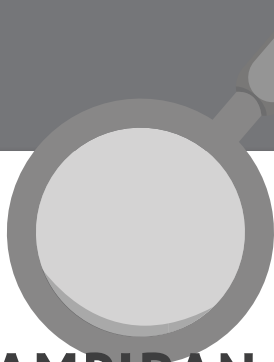
Kriteria A	Tingkat Kepentingan Relatif																		Kriteria B
<i>Severity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Occurrence</i>	
<i>Severity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Detection</i>	
<i>Detection</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Occurrence</i>	





LAMPIRAN 3

Lembar Rekapitulasi Hasil dan Evaluasi Risiko dengan
Fuzzy-FMEA



LAMPIRAN 4

Standar Operasional Prosedur (SOP) Penilaian Risiko



Standar Operasional Prosedur
Kementerian/Lembaga/Pemda

2016

Kementerian/Lembaga/Pemda
Jl.
Telepon:
Kota

	(Nama instansi/ Perusahaan/ Organisasi)	No. SOP	:	
		Tgl. Terbit	:	
		Tgl. Efektif	:	
		No. Revisi	:	
		Halaman	:	dari
SOP PENILAIAN RISIKO		Disahkan oleh : Kepala Satuan Kerja (ttd) (Nama Pengesah) (No. Identitas Pegawai)		

Dasar Hukum

Kualifikasi Pelaksana

- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 25 Tahun 2009 tentang Pelayanan Publik, (Lembaran Negara RI Tahun 2009 Nomor 112, Tambahan Lembaran Negara RI Nomor 5038);
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 60 Tahun 2008 tentang Sistem Pengendalian Intern Pemerintah.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 81 Tahun 2010 tentang *Grand Design* Reformasi Birokrasi 2010–2025
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 81 Tahun 2010 tentang *Grand Design* Reformasi Birokrasi 2010–2025
- Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1995 tentang Perbaikan dan Peningkatan Mutu Pelayanan Aparatur Kepada Masyarakat;
- Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 35 tahun 2012
- Peraturan Kepala BPKP Nomor: PER-688/K/D4/2012 tentang Pedoman Pelaksanaan Penilaian Risiko di Lingkungan Instansi Pemerintah
-dst

Keterkaitan	Peralatan/Perlengkapan
<ul style="list-style-type: none"> • SOP kegiatan/proses yang akan dianalisis/diagram alir proses bisnis • SOP pengendalian rekaman atau yang serupa • Instruksi kerja proses terkait • Dokumen spesifikasi teknis/persyaratan produk/proses • Rencana strategis/rencana implementatif organisasi • Dokumen visi, misi, tujuan, atau sasaran organisasi • ..dst (dokumen terkait lainnya) 	<ul style="list-style-type: none"> • Komputer • Jaringan Internet • Telepon • ATK • <i>Printer</i> • <i>Filing cabinet</i> • Formulir-formulir •dst

Peringatan	Pencatatan dan Pendaftaran
<ul style="list-style-type: none"> • Jika SOP ini tidak terpenuhi maka akan mengakibatkan tidak terkontrolnya proses penilaian risiko. • Laporan hasil penilaian risiko harus dibuat paling lambat bulan Juni (periode I) dan Desember (periode II). 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengikuti SOP pengendalian rekaman.

Riwayat Perubahan			
Rev.	Tanggal	Diusulkan oleh	Uraian singkat perubahan

(ditujukan untuk menjelaskan riwayat perubahan yang terjadi pada SOP Penilaian Risiko)

1) Tujuan

- a) Menjamin proses penilaian risiko sesuai dengan standar organisasi.
- b) Menjamin proses penilaian risiko dilakukan setiap enam bulan sekali.
- c) Memastikan setiap pelaksana yang terkait dengan prosedur ini telah mengerti, memahami, dan menjalankan tugas dan wewenangnya sesuai dengan prosedur ini.
- d) Memastikan proses penilaian risiko dilakukan secara konsisten.

b) Ruang Lingkup

Pedoman ini dipakai untuk lingkup kerja organisasi XYZ dalam penyelenggaraan penilaian risiko mulai dari penentuan lingkup analisis, tujuan analisis,

3) Referensi

SNI ISO 9001:2015, SNI ISO 3100, ...dst.

4) Istilah dan Definisi

- a) Risiko adalah efek ketidakpastian dari tujuan.
- b) Penilaian risiko adalah kegiatan penilaian atas kemungkinan kejadian yang mengancam pencapaian tujuan dan sasaran instansi pemerintah.
- c) Tim penilai risiko adalah tim yang bertanggung jawab melakukan penilaian risiko.
- d) Matriks penilaian risiko adalah matriks yang berisi daftar mode kegagalan, dampak, penyebab, serta metode deteksi kegagalan yang dilengkapi dengan kolom dampak kegagalan (S), penyebab kegagalan (O), dan metode kegagalan (D).
- e) Matriks risiko adalah matriks yang digunakan untuk melakukan penilaian terhadap risiko.



- f) Bobot kriteria risiko adalah perbandingan besarnya pengaruh kriteria S, O, dan D terhadap nilai risiko.
- g) *Fuzzy-risk priority number* (F-RPN) adalah nilai risiko hasil perhitungan dengan menggunakan metode *fuzzy-failure mode and effect analysis* (*fuzzy-FMEA*)
- h) ...dst. (istilah dan definisi lain yang diperlukan)

5) Form/Dokumen Terkait

- a) SOP pengendalian rekaman
- b) Formulir penilaian bobot kriteria risiko (Lampiran 1)
- c) Lembar penilaian risiko (Lampiran 2)
- d) Lembar rekapitulasi hasil dan evaluasi penilaian risiko
- e) Proses bisnis kegiatan yang termasuk lingkup analisis
- f) ...dst.

6) Tanggung Jawab

- a) Kepala Satuan Kerja
 - Memastikan kelancaran proses penilaian risiko
 - Menjamin penilaian risiko dilakukan secara periodik
 - Menunjuk tim penilai risiko
 - Mengevaluasi hasil penilaian risiko
 - ..dst.
- b) Tim Penilai Risiko
 - Mengidentifikasi risiko
 - Menganalisis hasil penilaian risiko
 - Membuat usulan penanggulangan risiko
 - Melaporkan hasil analisis risiko
 - ...dst.
- c) Pemilik Proses (Kepala Bidang/Bagian/Unit)
 - Membantu kelancaran proses penilaian risiko



- Bersama dengan tim penilai risiko melakukan pembobotan terhadap kriteria S, O, dan D
- Melakukan perbaikan yang diusulkan untuk menekan risiko
- Melaporkan hasil perbaikan kepada kepala satuan kerja
- ..dst.

7. Prosedur

a) Identifikasi Risiko

- Kepala satuan kerja menetapkan tujuan dan lingkup risiko yang akan dinilai.
- Kepala satuan kerja membentuk tim penilai risiko yang terdiri atas kepala bidang/bagian/unit atau pihak terkait lainnya.
- Tim penilai risiko melakukan pemetaan proses bisnis. Jika belum ada, proses bisnis kegiatan yang akan dinilai risikonya, namun jika sudah ada maka langsung melakukan tinjauan terhadap bisnis proses yang ada.
- Tim penilai risiko melakukan identifikasi pemangku kepentingan sesuai dengan lingkup analisis.
- Tim penilai risiko melakukan identifikasi fungsi, persyaratan, dan atau spesifikasi lingkup analisis risiko.
- Tim penilai risiko mengidentifikasi mode kegagalan potensial.
- Tim penilai risiko mengidentifikasi penyebab kegagalan.
- Tim penilai risiko mengidentifikasi dampak kegagalan.
- Tim penilai risiko mengidentifikasi metode deteksi kegagalan.

- Tim penilai risiko menentukan skala penilaian risiko untuk kriteria S, O, dan D.

Contoh skala penilaian risiko dapat dilihat pada Tabel A.

Tabel A. Skala Pengukuran Kriteria *Severity*

<i>Ranking</i>	<i>Severity</i>	Deskripsi
10	Berbahaya tanpa peringatan	Kegagalan sistem yang menghasilkan efek sangat berbahaya
9	Berbahaya dengan peringatan	Kegagalan sistem yang menghasilkan efek berbahaya
8	Sangat tinggi	Sistem tidak beroperasi
7	Tinggi	Sistem beroperasi, tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh
6	Sedang	Sistem beroperasi dan aman, tetapi mengalami penurunan kinerja sehingga memengaruhi keluaran
5	Rendah	Mengalami penurunan kinerja secara bertahap
4	Sangat Rendah	Efek yang kecil pada kinerja sistem
3	Kecil	Sedikit berpengaruh pada kinerja sistem
2	Sangat Kecil	Efek yang diabaikan pada kinerja sistem
1	Tidak ada efek	Tidak ada efek

Tabel B. Skala Pengukuran Kriteria *Occurrence*

<i>Ranking</i>	<i>Occurrence</i>	Deskripsi
10	<i>Very high</i>	≥ 100 per seribu atau ≥ 1 dalam 10
9	<i>High</i>	50 per seribu atau 1 dalam 20
8		20 per seribu atau 1 dalam 50
7		10 per seribu atau 1 dalam 100
6	<i>Moderate</i>	2 per seribu atau 1 dalam 500
5		0,5 per seribu atau 1 dalam 2000
4		0,1 per seribu atau 1 dalam 10.000
3	<i>low</i>	0,01 per seribu atau 1 dalam 100.000
2	<i>Very low</i>	$\leq 0,001$ per seribu atau 1 dalam 1000.000
1		Kegagalan dihilangkan melalui pengendalian preventif



Tabel C Skala Pengukuran Kriteria *Detection*

<i>Rangking</i>	<i>Detection</i>	<i>Kriteria</i>
10	<i>Absolutely impossible</i>	Sistem kontrol akan selalu tidak mampu untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
9	<i>Very remote</i>	Sistem kontrol memiliki kemungkinan sangat kecil untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
8	<i>Remote</i>	Sistem kontrol memiliki kemungkinan kecil untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
7	<i>Very low</i>	Sistem kontrol memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial kegagalan dan mode kegagalan.
6	<i>Low</i>	Sistem kontrol memiliki kemungkinan rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
5	<i>Moderate</i>	Sistem kontrol memiliki kemungkinan cukup untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
4	<i>Moderately high</i>	Sistem kontrol memiliki kemungkinan cukup tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
3	<i>High</i>	Sistem kontrol memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
2	<i>Very high</i>	Sistem kontrol memiliki kemungkiian sangat tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
1	<i>Almost certain</i>	Sistem kontrol akan selalu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.

b) Analisis Risiko

- Tim penilai meminta pihak terkait (misal: pemilik proses/penanggungjawab) mengisi kuesioner (Lampiran 1) pembobotan kriteria S, O, dan D untuk memperoleh urutan prioritas kriteria S, O, dan D,

kemudian melakukan penghitungan dengan bantuan perangkat lunak pembobotanan (misal: *Expert Choice*) menggunakan formulir pada Lampiran 1. Jika tidak memiliki perangkat lunak pembobotan maka penghitungan dilakukan secara manual dengan mengikuti langkah penghitungan pada Lampiran 5.

- Tim penilai menentukan sistem inferensi *fuzzy* sesuai dengan hasil prioritas bobot S, O, dan D.
- Tim penilai melakukan penilaian risiko dengan menggunakan matriks risiko (Lampiran 2) dan skala risiko yang sudah ditentukan (Tabel 1 sampai dengan Tabel 3).
- Tim penilai melakukan rekapitulasi hasil penilaian risiko ke dalam formulir rekapitulasi hasil dan evaluasi penilaian risiko (Lampiran 3) kemudian melakukan perhitungan nilai risiko (RPN dan F-RPN).
- Tim penilaian melakukan pemeringkatan risiko berdasarkan nilai risiko yang diperoleh.
- Tim penilai dan pemilik proses menyusun usulan perbaikan dan pencegahan terhadap risiko dengan menggunakan Lampiran 6 dan membuat laporan ringkas hasil analisis risiko dan menyampaikannya kepada kepala satuan kerja.
- Kepala satuan kerja menentukan rencana tindak yang akan dilakukan berdasarkan usulan yang disampaikan oleh tim penilai risiko. Kemudian menyusun rencana penilaian ulang risiko dalam rangka evaluasi terhadap rencana tindak perbaikan dan pencegahan risiko.

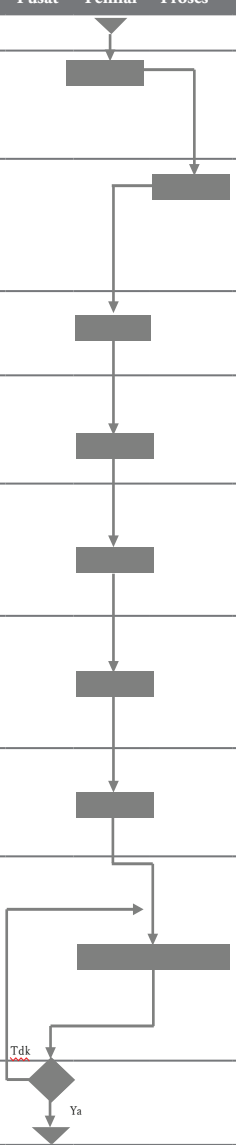
Prosedur Penilaian Risiko diperlihatkan seperti pada Tabel 4.



Tabel D Diagram Alir Penilaian Risiko

No.	Kegiatan	Pelaksana			Mutu Baku		Ket.
		Ka. Pusat	Tim Penilai	Pemilik Proses	Kelengkapan	Waktu	
A. Identifikasi Risiko							
1	Kepala satuan kerja menetapkan tujuan dan lingkup risiko yang akan dinilai.				ATK, Komputer	xx hari	Dokumen tujuan dan lingkup
2	Kepala satuan kerja membentuk tim penilai risiko yang terdiri atas kepala bidang/bagian/unit atau pihak terkait lainnya.				ATK, Komputer	xx hari	SK
3	Tim penilai risiko melakukan pemetaan proses bisnis (jika belum ada). Jika sudah ada maka langsung melakukan tinjauan terhadap bisnis proses yang ada.				ATK, Komputer, dok. Bisnis proses	xx hari	Lingkup analisis dan pemilik proses
4	Tim penilai risiko melakukan identifikasi pemangku kepentingan sesuai dengan lingkup analisis.				ATK, Komputer, dok. pendukung	xx hari	Daftar stakeholder
5	Tim penilai risiko melakukan identifikasi fungsi, persyaratan, dan atau spesifikasi lingkup analisis risiko.				ATK, Komputer, dok. pendukung	xx hari	Daftar persyaratan proses/ produk
6	Tim penilai risiko mengidentifikasi mode kegagalan potensial				ATK, Komputer, dok. pendukung	xx hari	Daftar mode kegagalan
7	Tim penilai risiko mengidentifikasi penyebab kegagalan				ATK, Komputer, dok. pendukung	xx hari	Daftar penyebab kegagalan
8	Tim penilai risiko mengidentifikasi dampak kegagalan				ATK, Komputer, dok. pendukung	xx hari	Daftar dampak kegagalan
9	Tim penilai risiko mengidentifikasi metode deteksi kegagalan				ATK, Komputer, dok. pendukung	xx hari	Daftar metode deteksi
10	Tim penilai risiko menentukan skala penilaian risiko untuk kriteria S, O, dan D.				ATK, Komputer, dok. pendukung	xx hari	Skala penilaian

No.	Kegiatan	Pelaksana			Mutu Baku		Keterangan
		Ka. Pusat	Tim Penilai	Pemilik Proses	Kelengkapan	Waktu	
B.	Penilaian Risiko						
1	Tim penilai meminta pihak terkait mengisi kuesioner pembobotan kriteria S, O, dan D		█		ATK, Komputer	xx hari	Kuesioner pembobotan
2	Pemilik proses melakukan pengisian kuesioner pembobotan dan menyampaikan kembali kepada tim penilai			█	ATK, Komputer	xx hari	Data pembobotan
3	Tim penilaian kemudian melakukan perhitungan bobot kriteria		█		ATK, Komputer, dok. proses bisnis	xx hari	Nilai bobot kriteria
4	Tim penilai menentukan sistem inferensi <i>fuzzy</i> sesuai dengan hasil prioritas bobot S, O, dan D.		█		ATK, Komputer, dok. pendukung	xx hari	Sistem inferensi <i>fuzzy</i>
5	Tim penilai melakukan penilaian risiko dengan menggunakan matriks risiko dan skala risiko yang sudah ditentukan.		█		ATK, Komputer, dok. pendukung	xx hari	Data penilaian risiko
6	Tim penilai melakukan rekapitulasi hasil penilaian risiko kemudian melakukan perhitungan nilai risiko		█		ATK, Komputer, dok. pendukung	xx hari	Rekapitulasi penilaian
7	Tim penilaian melakukan pemeringkatan risiko berdasarkan nilai risiko yang diperoleh.		█		ATK, Komputer, dok. pendukung	xx hari	Pemeringkatan risiko
8	Tim penilai dan pemilik proses menyusun usulan perbaikan dan pencegahan kemudian membuat laporan ringkas hasil analisis risiko dan menyampaikannya kepada kepala satuan kerja.			█	ATK, Komputer, dok. pendukung	xx hari	Daftar usulan perbaikan dan laporan ringkas
9	Kepala satuan kerja mengevaluasi laporan penilaian risiko.			█	ATK, Komputer, dok. pendukung	xx hari	penge-sahan laporan



No.	Kegiatan	Pelaksana			Mutu Baku			Keterangan
		Ka. Pusat	Tim Penilai	Pemilik Proses	Kelengkapan	Waktu	Output	
10	Kepala Satuan Kerja menentukan prioritas rencana tindakan dan meminta pemilik proses untuk melakukan perbaikan				ATK, Komputer, dok. pendukung	xx hari	Daftar prioritas perbaikan	
11	Pemilik proses melakukan perbaikan dan pencegahan terhadap risiko sesuai dengan jadwal yang ditentukan kemudian melaporkan hasilnya kepada Kepala Satuan Kerja				ATK, Komputer, dok. pendukung	xx hari	Bukti perbaikan	
12	Kepala Satuan Kerja menyusun rencana penilaian ulang risiko dalam rangka evaluasi terhadap rencana tindak perbaikan dan pencegahan risiko serta meminta tim penilai melakukan penilaian ulang				ATK, Komputer, dok. pendukung	xx hari	SK penilaian ulang, nilai risiko akhir	(tahap ini mengulang dari langkah B.5 sampai dengan B.9)

LAMPIRAN 5

Penghitungan Bobot *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*

- 1) Buat matriks dari hasil penilaian pada kuesioner pembobotan dengan menggunakan Lampiran 1 yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Penilaian Pembobotan Kriteria S, O, dan D

Kriteria A	Tingkat Kepentingan Relatif																	Kriteria B
<i>Severity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Occurrence</i>
<i>Severity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Detection</i>
<i>Occurrence</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Detection</i>

(Sumber : Tabel 4.8)

Matriks dari tabel sebagai berikut:

	S	O	D
S	1	1/3	5
O	3	1	7
D	1/5	1/7	1

- 2) Menormalisasikan nilai setiap kolom matriks perbandingan berpasangan dengan membagi setiap nilai pada kolom matriks dengan hasil penjumlahan kolom yang bersesuaian.

	S	O	D		S	O	D	
S	1	1/3	5	Normalisasi →	S	0,238095	0,225806	0,384615
O	3	1	7		O	0,714286	0,677419	0,538462
D	1/5	1/7	1		D	0,047619	0,096774	0,076923
Jumlah	4,2	1,47619	13	Jumlah	1	1	1	

- 3) Hitung nilai rata-rata geometrik dari penjumlahan setiap baris pada matriks kemudian hitunglah nilai vektor prioritas (P) matriks tersebut.

	S	O	D		S	O	D
S	0,238095	0,225806	0,384615	Rataan Geometrik →	0,384615	Priority vector P=	0,278955
O	0,714286	0,677419	0,538462		0,538462		0,649118
D	0,047619	0,096774	0,076923		0,076923		0,071927
Jumlah	1	1	1	Jumlah	0,983946		

Vektor prioritas diperoleh dari pembagian setiap hasil rata-rata geometrik kriteria S, O, dan D dengan jumlah rata-rata geometrik kriteria S, O, dan D. Berdasarkan hasil penghitungan di atas diperoleh vektor prioritas, yaitu:

$$P = \begin{array}{c} \frac{S}{0,238095} \\ \frac{O}{0,714286} \\ \frac{D}{0,047619} \end{array}$$

- 4) Hitung nilai λ_{max}
Rumus λ_{max} sebagai berikut:

$$\lambda_{max} = \frac{\sum \lambda}{n} = \frac{\lambda_S + \lambda_O + \lambda_D}{n}$$

Keterangan:

n = jumlah kriteria

$\lambda(\lambda_S + \lambda_O + \lambda_D)$ = nilai prioritas kriteria S, O, D

dengan pertimbangan bahwa $[SOD \times P = x P]$ di mana P adalah vektor Eigen maka:

S	O	D	P	P
1	1/3	5	0,238095	0,238095
3	1	7	x 0,714286	$= \lambda_{max} X$ 0,714286
1/5	1/7	1	0,047619	0,047619

P	P
0,854964	0,238095
1,989474	$= \lambda_{max} X$ 0,714286
0,220449	0,047619

maka:

$$\lambda_{max} = \frac{\sum \lambda}{n} = \frac{\lambda_S + \lambda_O + \lambda_D}{n}$$

$$= \frac{(0,854964/0,238095) + (1,989474/0,714286) + (0,220449/0,047619)}{3}$$

$$= 3,0644888$$

5) Hitung nilai konsistensi indeks (CI)

Rumus konsistensi indeks:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Maka nilai konsistensi indeks, yaitu:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{3,06488 - 3}{3 - 1} = 0,03244$$



- 6) Lakukan pengecekan konsistensi rasio (CR) dari matriks perbandingan berpasangan kriteria. Jika nilai $CR > 0,1$, maka pengambilan data pembobotan pada Tabel 1 harus diulang kembali sampai diperoleh nilai $CR \leq 0,1$. Langkah perhitungan nilai CR sebagai berikut:

Rumus konsistensi rasio (CR):

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Keterangan:

RI= *Random Index*

Nilai RI dapat diperoleh dari Tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Nilai RI (*Random Index*)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56

(Sumber: Saaty, 1993)

Karena kriteria yang dibandingkan ada tiga dan nilai RI = 0,58, maka:

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,03244}{0,54} = 0,055938$$

Hasil penghitungan menunjukkan nilai $CR \leq 0,1$, sehingga hasil penilaian pembobotan kriteria S, O, dan D dapat dipakai sehingga vektor prioritas yang diperoleh dari penghitungan pada langkah ketiga dapat digunakan sebagai hasil pembobotan S, O, dan D. Hasil akhir menunjukkan nilai bobot *severity* (S) adalah 0,238095, bobot *occurrence* (O) adalah 0,714286, dan bobot *detection* (D) adalah 0,047619 dengan nilai inkonsistensi 0,055938.



Indeks

5W2H, 178

Almost None, 164

analisis risiko, xxi, xxii, xxiii, 8, 12,
15, 20, 22, 65, 66, 67, 68, 70,
71, 73, 83, 175, 182, 199, 200,
201, 202, 223, 230, 233, 234,
237, 238, 239

Bobot, 233

BPKP, 7, 9, 11, 13, 22, 85, 199,
230

Brainstorming, 73, 193

Business Process, 207

Daftar rekaman, 159, 162, 163,
173, 176, 178

Daftar risiko, 12, 13, 14

Defuzzifikasi, 64, 67, 171

Detection, 45, 46, 180, 223, 224,
236

Deteksi, xxiii, 69, 73, 171, 200,
201, 232, 234, 238

Diagram Alir, 16, 18, 20, 82, 187,
188, 238

Eselon, 12, 13, 17

Evaluasi, xxiii, 6, 15, 17, 19, 20,
21, 73, 81, 82, 172, 179, 202,
237, 240

Failure Mode and Effect Analysis,
xxi, 70

FMEA, xxiii, 64, 65, 66, 67, 68,
69, 70, 71, 73, 81, 82, 83, 161,
172, 175, 181, 183, 204, 233

Format Prosedur, 185

F-RPN, 73, 82, 161, 164, 171,
172, 173, 175, 176, 178, 179,
180, 202, 233, 237

Fuzzifikasi, 67

Fuzzy, xxii, xxiii, 64, 65, 66, 67,
68, 70, 71, 72, 73, 81, 82, 161,
164, 171, 175, 181, 183, 204,
233

*Fuzzy-Failure Mode and Effect
Analysis*, xxii, 64, 67, 70, 233

Fuzzy-FMEA, xxiii, 66, 67, 68, 71,
73, 82, 161, 175

Fuzzy inference system, 81, 82

Fuzzy-Risk Priority Number, 73,
164, 233

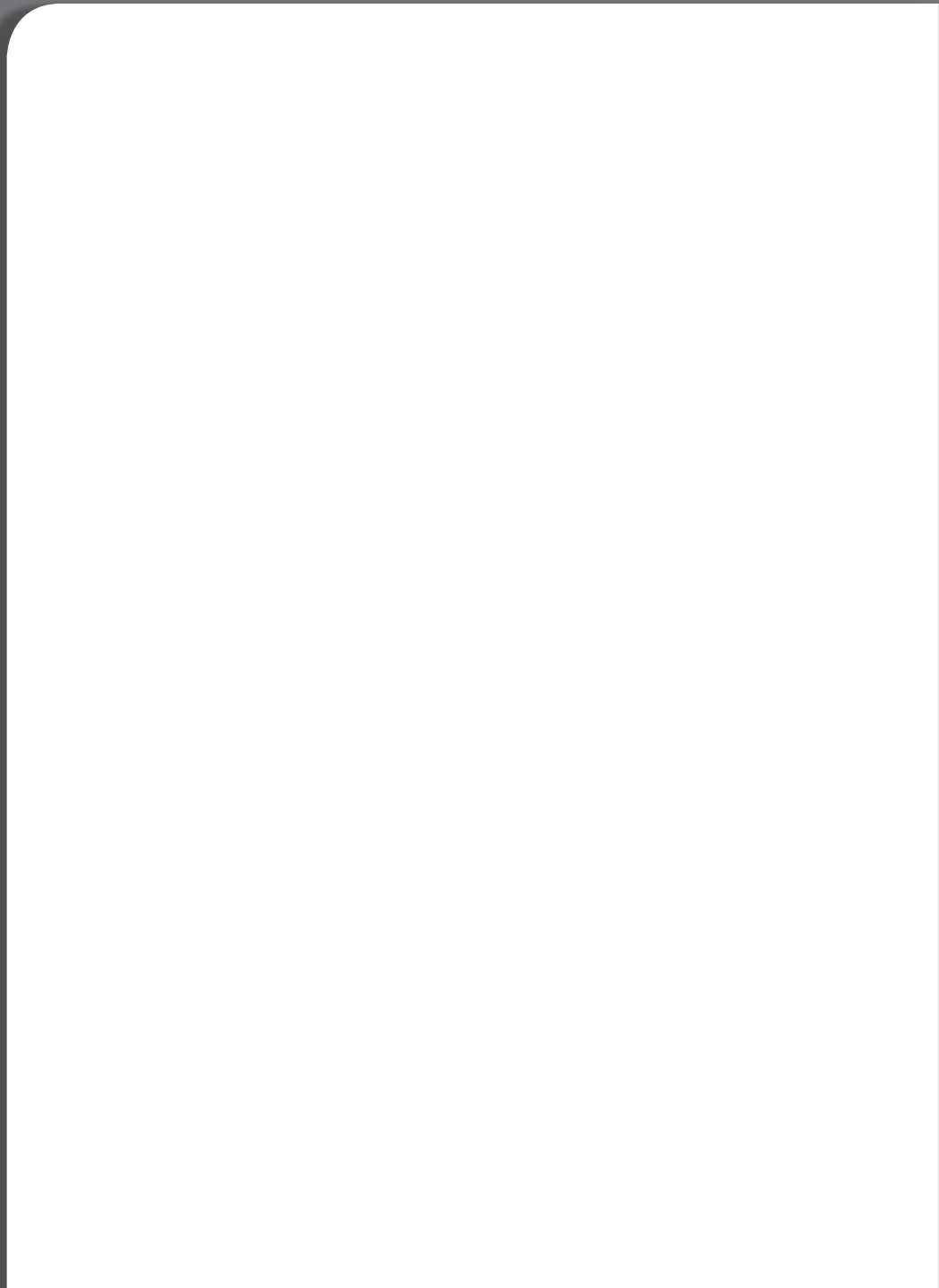
High, 45, 46, 235, 236

Identifikasi risiko, xxi, 8, 73, 200
 Indikator, xix, 14
 Instansi pemerintah, xxxi, xxii, 1,
 3, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15,
 25, 69, 73, 85, 181, 182, 183,
 184, 185, 187, 188, 198, 200,
 202, 232
 Kategori risiko, 21
 Kerangka Kerja, 72
 Kinerja, 6, 14, 85, 197, 235
 Konteks operasional, 19, 21
 Kontekstualisasi, xxii
 Kriteria risiko, 15, 66, 69, 81, 223
 Kualitatif, 8, 71, 73, 183
 Kuantitatif, 8, 183
 Lembar Rekapitulasi, 233
 Lingkup analisis, xxi, 15, 81, 83,
 201, 232, 234, 238
 Logika *fuzzy*, 65, 68, 69
Low, 45, 235, 236
 Manajemen risiko, xxii
 Matriks Risiko, 24, 232
 Metode, xxii, xxiii, 8, 9, 64, 65, 66,
 68, 69, 70, 71, 73, 171, 178,
 183, 200, 201, 232, 233, 234,
 238
 Metodologi, xix, 10
 Mode Kegagalan, 162, 173, 176,
 180
Moderate, 44, 45, 46, 235, 236
 Nilai risiko, xxiii, 8, 67, 68, 69,
 71, 81, 82, 175, 178, 179, 202,
 233, 237, 239
Occurence, 224, 235
 Pedoman, xxi, 1, 11, 20, 85
 Pemangku kepentingan, 15, 21, 22
 pemeringkatan risiko, 81, 202,
 237, 239
 pengendalian rekaman, 161, 175,
 178, 179, 180, 231
 Pengendalian Rekaman, 176, 180,
 199, 200, 231, 233
 pengendalian risiko, xxiii, 74
 penilaian risiko, xxi, xxii, xxiii, 1,
 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17,
 20, 21, 22, 68, 69, 71, 73, 81,
 82, 83, 161, 179, 181, 183,
 185, 198, 199, 200, 201, 202,
 230, 231, 232, 233, 235, 237,
 238, 239
 Peta Risiko, 24, 25
 Prakondisi, 12, 13
 Prioritisasi Risiko, 175
 Proses Bisnis, 84
Quick win, 13, 14
 Reformasi birokrasi, xxi, 199, 207,
 230
 renstra, 13, 14, 17
 risiko, xxi
 Satuan kerja, 7, 13, 14, 200, 234,
 238
 SEMAR, 159, 162, 163, 173, 176,
 178, 179, 180
Severity, 73, 200, 232
 Sistem inferensi *fuzzy*, xxiii, 161,
 201, 237, 239
 Sistem pengendalian, xix, 82
 Sistem Pengendalian Intern Instansi
 Pemerintah, xxi
 Skala Dampak, 22, 23
 SOP, 86, 199, 200, 231, 233



SPIP, xxi, xxii, 10, 11, 12, 13, 14,
15, 22, 71, 73, 202
Stakeholder, xxiii, 19, 21, 161, 186,
201, 234, 238
Status risiko, 12, 13
Studi kasus, xxiii, 161, 164, 178,
198

Tatalaksana, 207
Tindakan perbaikan dan
pencegahan, xxii, xxiii, 73, 81,
178, 179, 182
Unsur prosedur, 195, 198
Variabel Input, 166
Variabel linguistik, 164





BIODATA SINGKAT PENULIS

Tri Widiyanti, S.T. dilahirkan di Solo, 18 Maret 1984. Ia adalah kandidat peneliti di Pusat Penelitian Sistem Mutu dan Teknologi Pengujian (P2SMTP) LIPI. Ia menamatkan pendidikan sarjana muda di Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Bandung pada tahun 2005 dan bergabung di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) pada 2006. Ia mengawali kariernya sebagai teknisi di laboratorium pengujian, kemudian mulai merambah ke dunia penelitian bidang *Technical Quality*. Hal tersebut yang mendorong penulis melanjutkan studi menuju jenjang Sarjana Strata 1 di Universitas Pamulang dengan mengambil program studi Teknik Industri dan berhasil lulus pada awal Tahun 2016. Ia telah memulai menulis sejak 2006 dengan memasukan tulisannya ke sebuah seminar nasional. Ketertarikannya pada penelitian menjadikan ia bersama rekan-rekannya di Kelompok Penelitian Manajemen Mutu (Keltian MM) P2SMTP LIPI cukup aktif menerbitkan makalah ilmiah. Ia telah mempublikasikan makalah di sejumlah jurnal internasional terindeks global, seperti *International Journal of Quality and Reliability Management*, *International Journal of Productivity and Performance Management*, *Leadership in Health Services*, *Clinical Governance: An International Journal*, *Management of Environmental Quality*, dan *International Journal of Applied Business and Economic Research*. Buku ini adalah buku kedua yang ditulis olehnya. Sebelumnya, ia pernah berkontribusi sebagai *co-author* dalam penulisan buku berjudul *Public Transport Passengers' Behavioural Intentions: Paratransit in Jabodetabek– Indonesia* yang diterbitkan oleh Springer Science

& Business Media pada tahun 2014. Saat ini, di Kelompok Penelitian Manajemen Mutu (Keltian MM) P2SMTP LIPI, Ia berada di subkelitian *Technical Quality (Micro Quality Management Toolkit, Data, and Variability)* dengan berfokus pada penelitian mengenai *Quality Core Tools Series* (FMEA, SPC, APQP, MSA, and their derivatives).

Himma Firdaus S.T., M.T., dilahirkan di Purworejo, 5 Mei 1980. Pendidikan dasar ditempuhnya di SD Negeri di daerah kelahirannya. Pendidikan Menengah ditempuhnya di SMPN 2 di Purworejo. Gelar sarjana teknik bidang Teknik Elektro diperolehnya di Universitas Gadjah Mada pada tahun 2004. Setelah lulus S1, ia bekerja di PT Wijaya Karya sebagai *Electrical Engineer* sampai tahun 2006. Mulai April 2006, Ia bekerja di Pusat Penelitian Sistem Mutu dan Teknologi Pengujian LIPI sebagai peneliti. Pada tahun 2011, Ia berhasil menyelesaikan pendidikan Magister Mekanik di Departemen Teknik Elektro Universitas Indonesia.

Saat ini ia menjabat sebagai peneliti muda di kelompok penelitian Kompatibilitas Sistem Kelistrikan dan Konservasi Energi. Tulisan-tulisannya tentang sensor, metode pengujian, dan analisis resiko pengujian telah diterbitkan di jurnal ilmiah nasional dan dipresentasikan di pertemuan-pertemuan ilmiah nasional dan internasional. Selama bekerja di P2SMTP LIPI, Ia banyak mendapatkan pelatihan berkaitan dengan standar sistem manajemen mutu laboratorium dan metode pengujian keselamatan dan efisiensi peralatan kelistrikan rumah tangga, yang diselenggarakan, baik di dalam negeri (LIPI) maupun di luar negeri (SIRIM-Malaysia, Intertek-Jepang). Ia juga menjabat sebagai penyelia Laboratorium Pengujian Kelistrikan di Laboratorium Pengujian P2SMTP LIPI. Karena pengalamannya dalam sistem manajemen mutu laboratorium, Ia sering memberikan pelatihan tentang sistem manajemen mutu laboratorium berdasarkan ISO/IEC 17025, ketidakpastian pengukuran dalam pengujian, dan validasi metode pengujian. Di sela-sela kesibukannya sebagai peneliti, ia juga menjadi dosen tidak tetap di Universitas Pamulang untuk mengajar mata kuliah Teknik Tenaga listrik, Sistem Distribusi, Basis Data, dan Elektronika Industri.

Penilaian Risiko Instansi Pemerintah

dengan *Fuzzy-Failure Mode
and Effect Analysis*

Gaung revolusi mental dan reformasi birokrasi mengharuskan instansi pemerintah untuk terus melakukan peningkatan kualitas pelayanan publik. Hal tersebut dilakukan agar masyarakat dapat merasakan secara langsung kinerja dan pelayanan instansi pemerintah. Salah satu upaya pemerintah untuk mewujudkannya adalah melalui Peraturan Pemerintah Nomor 90 Tahun 2008 tentang Sistem Pengendalian Intern Instansi Pemerintah (SPIP).

Buku ini akan membantu para pelayan publik dalam melaksanakan penilaian risiko sebagai salah satu unsur wajib dalam SPIP. Melalui metode *fuzzy-failure mode* dan *effect analysis*, pembaca akan mendapatkan alternatif metode penilaian dan manajemen risiko yang jauh lebih akurat dan efisien dibandingkan metode tradisional. Selain itu, pembaca juga dapat mendapatkan informasi komprehensif dan panduan mendetail dalam melakukannya.



Distributor:
Yayasan Obor Indonesia
Jln. Plaju No.10 Jakarta 10230
Telp. (021) 319 26978, 3920114
Faks. (021) 319 24488
E-mail: yayasan_obor@cbn.net.id

ISBN 978-979-799-885-1



LIPI Press