



Peluang dan Tantangan Pengembangan Mobil Listrik Nasional

Ridwan Arief Subekti dkk.



Peluang dan Tantangan Pengembangan
Mobil Listrik Nasional

Sanksi Pelanggaran Pasal 72
Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2002
Tentang Hak Cipta

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), dipidana dengan pidana paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Peluang dan Tantangan Pengembangan Mobil Listrik Nasional

Penulis:

Ridwan Arief Subekti

Henny Sudibyo

Vita Susanti

Hendri Maja Saputra

Agus Hartanto

LIPI Press

© 2014 Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)
Pusat Penelitian Tenaga Listrik dan Mekatronik

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Peluang dan Tantangan Pengembangan Mobil Listrik Nasional/Ridwan A.S., Henny Sudiby, Vita Susanti, Hendri Maja Saputra, dan Agus Hartanto – Jakarta: LIPI Press, 2014.
xxviii hlm. + 135 hlm.; 14,8 x 21 cm

ISBN 978-979-799-796-0

1. Mobil Listrik

2. Pengembangan

388

Copy editor : Sarwendah Puspita Dewi
Proofreader : Siti Kania Kushadiani
Penata isi : Astuti Krisnawati dan Rahma Hilma Taslima
Desainer Sampul : Rusli Fazi

Cetakan Pertama : September 2014



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

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR SINGKATAN.....	xv
PENGANTAR PENERBIT.....	xix
KATA PENGANTAR.....	xxi
PRAKATA.....	xxv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	xxvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Kelangkaan BBM dapat Menyebabkan Krisis Energi.....	1
B. Mobil Listrik sebagai Kendaraan Masa Depan Hemat Energi.....	3
C. Menuju Kemandirian Bangsa melalui Industri Mobil Listrik Nasional..	8
BAB II SEKILAS TENTANG MOBIL LISTRIK.....	13
A. Sejarah Kendaraan Listrik.....	13
B. Sekilas tentang Teknologi Mobil Listrik.....	15
1. Mobil Konvensional.....	15
2. Mobil Listrik.....	15
3. Perbandingan Mobil Listrik dan Mobil Konvensional.....	17
C. Beberapa Industri Mobil Listrik di Dunia.....	19
1. Tesla.....	19
2. Renault.....	20
3. Nissan.....	20
4. Mitsubishi.....	22
5. Toyota.....	23
6. KIA.....	24
7. Heng Development Company.....	25

D. Industri Mobil Listrik Dunia yang Gagal.....	26
1. Mobil Listrik Aptera	26
2. Mobil Listrik Artega	28
3. Mobil Listrik Think.....	29
E. Perkembangan Industri Kendaraan Listrik di Indonesia.....	30
1. Sepeda Motor Listrik Indonesia	30
2. Mobil Listrik Indonesia.....	32
 BAB III KEMAMPUAN DALAM NEGERI UNTUK MENUNJANG INDUSTRI MOBIL LISTRIK NASIONAL.....	 35
A. Kemampuan dan Peran serta BUMN	38
B. Kemampuan dan Peran serta Sektor Swasta.....	41
1. Pembuat Prototipe Kendaraan Listrik (Putra Petir).....	41
2. Industri Pembuat Baterai	45
C. Kemampuan dan Peran serta Perguruan Tinggi	47
1. Universitas Indonesia.....	47
2. Institut Teknologi Bandung.....	50
3. Universitas Gadjah Mada	50
4. Universitas Sebelas Maret	55
5. Institut Teknologi Sepuluh Nopember	58
D. Kemampuan dan Peran serta Lembaga Riset.....	59
1. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)	59
2. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknogi (BPPT).....	68
 BAB IV TANTANGAN DAN PELUANG PENGEMBANGAN MOBIL LISTRIK NASIONAL.....	 73
A. Tantangan dalam Mengembangkan Mobil Listrik Nasional.....	73
B. Peluang Mobil Listrik Nasional	81
1. Keekonomisan Mobil Listrik.....	81
2. Peluang Pasar Mobil Listrik Nasional	85
 BAB V KETERSEDIAAN ENERGI UNTUK MOBIL LISTRIK.....	 93
A. Kondisi Kelistrikan di Indonesia.....	93
B. Kebutuhan dan Ketersediaan Energi untuk Mobil Listrik.....	96
1. Kebutuhan Energi Mobil Listrik	96
2. Jumlah Mobil Listrik yang Dapat Dicas saat Waktu Beban Puncak	97
3. Jumlah Mobil Listrik yang Dapat Dicas di Luar Waktu Beban Puncak.....	97

BAB VI PROGRAM MOBIL LISTRIK NASIONAL	101
A. Program Nasional yang Berkelanjutan	101
B. Dukungan Nyata Pemerintah	103
C. Peraturan, Standar dan Insentif	108
1. Peraturan yang Ada dan Peraturan yang Dibutuhkan.....	108
2. Insentif yang Dibutuhkan.....	111
BAB VII PENUTUP	117
DAFTAR PUSTAKA	121
INDEKS	127
BIODATA PENULIS	133

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Perbandingan Penguasaan Teknologi Kunci Mobil Listrik	36
Tabel 3.2	Spesifikasi SHEV	48
Tabel 3.3	Spesifikasi Mobil Listrik Nasional Desain Universitas Indonesia	50
Tabel 3.4	Spesifikasi Molina Hasil Karya UGM	55
Tabel 3.5	Spesifikasi SemarT Ecocity Generasi I	57
Tabel 3.6	Spesifikasi SemarT Ecocity Generasi II	57
Tabel 3.7	Spesifikasi Mobil Listrik Hasil Karya ITS	59
Tabel 3.8	Spesifikasi e-Gang <i>Car</i>	60
Tabel 3.9	Spesifikasi Mobil Minibus Listrik	62
Tabel 3.10	Spesifikasi Sedan Timor Listrik	62
Tabel 3.11	Spesifikasi Mobil Listrik Hibrid	64
Tabel 3.12	Spesifikasi Sedan <i>Sport</i> SKEV1	65
Tabel 3.13	Spesifikasi Sedan <i>Sport</i> SV-1	66
Tabel 3.14	Spesifikasi Bus Mikro Listrik	67
Tabel 3.15	Spesifikasi Mobil <i>Meeting</i> Eksekutif Listrik	67
Tabel 3.16	Perbandingan Spesifikasi Mobil Listrik Hasil Karya Bangsa Indonesia	69
Tabel 4.1	Perbandingan Spesifikasi Beberapa Mobil Listrik di Dunia ..	83
Tabel 4.2	Perbandingan Biaya Tahunan Berbagai Merek Mobil Listrik ..	84
Tabel 4.3	Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis Tahun 1987–2012	87
Tabel 4.4	Pertumbuhan Pasar Kendaraan Bermotor Kapasitas Mesin ≤ 1500 cc di Indonesia	90
Tabel 5.1	Energi Listrik PLN (MW)	94
Tabel 5.2	Perhitungan Kebutuhan Energi Mobil Listrik	96

Tabel 5.3	Perhitungan Konsumsi Energi Listrik di Luar Waktu Beban Puncak.....	99
Tabel 5.4	Perhitungan Kebutuhan Energi Mobil Listrik per Tahun di Luar Waktu Beban Puncak.....	99
Tabel 6.1	Topik pada Peraturan Pemerintah yang Diusulkan	111
Tabel 6.2	Kebijakan Mobil Listrik di Negara Lain	114

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Grafik Produksi dan Konsumsi Minyak Mentah Indonesia.....	2
Gambar 1.2	Pola Konsumsi BBM Indonesia.....	3
Gambar 1.3	Grafik Perbandingan Komsumsi BBM Berbagai Kendaraan Bermotor.....	4
Gambar 1.4	Efisiensi Kendaraan Bermotor di Perkotaan.....	5
Gambar 1.5	Efisiensi Kendaraan Bermotor di Jalan Bebas Hambatan....	5
Gambar 1.6	Perbandingan Efisiensi Kendaraan Listrik dan Kendaraan Konvensional dari Sektor Hulu Sampai Hilir	7
Gambar 2.1	Bagan Mobil Konvensional.....	15
Gambar 2.2	Bagan Mobil Listrik.....	16
Gambar 2.3	Komponen Utama Mobil Listrik.....	16
Gambar 2.4	Mobil Listrik Tesla.....	20
Gambar 2.5	Mobil Listrik Renault	21
Gambar 2.6	Mobil Listrik Nissan.....	21
Gambar 2.7	Mobil Listrik Mitsubishi	22
Gambar 2.8	Mobil Listrik Toyota.....	23
Gambar 2.9	Mobil Listrik KIA.....	24
Gambar 2.10	Mobil Listrik Angkor EV 2013.....	25
Gambar 2.11	Mobil Listrik Aptera.....	27
Gambar 2.12	Mobil Listrik Artega.....	28
Gambar 2.13	Mobil Listrik Think	29
Gambar 2.14	Sepeda Motor Listrik Buatan Indonesia.....	32
Gambar 2.15	Beberapa Prototipe Mobil Listrik Buatan Puslit Telimek LIPI.....	33
Gambar 3.1	Teknologi Kunci Mobil Listrik.....	36
Gambar 3.2	Mobil Listrik 'PIEV' Buatan PT Pindad.....	39
Gambar 3.3	Mobil Listrik 'Gang Car' Buatan PT DI	40
Gambar 3.4	Mobil Listrik Buatan PT Sarimas Ahmadi Pratama	42

Gambar 3.5	Mobil Listrik Tucuxi.....	43
Gambar 3.6	Mobil Listrik Buatan PT Great Asia Link.....	44
Gambar 3.8	Mobil Listrik Buatan Ricky Elson.....	45
Gambar 3.7	Sepeda Motor Listrik Buatan Mario Rivaldi.....	45
Gambar 3.9	Model 3D Prototipe Kendaraan Hibrid.....	47
Gambar 3.10	Prototipe SHEV.....	48
Gambar 3.11	Mobil Listrik Rancangan Universitas Indonesia.....	49
Gambar 3.12	Prototipe Mobil Listrik ITB ‘Si Jalak’.....	51
Gambar 3.13	Desain Molina iVe Aru.....	51
Gambar 3.14	Prototipe Mobil Listrik Generasi 2.1.....	52
Gambar 3.15	Prototipe Mobil Listrik Generasi 2.2 dan 2.3.....	52
Gambar 3.17	Disain Bus Listrik Hibrid Generasi 2.5.....	53
Gambar 3.16	Model Mobil Hibrid Generasi 2.4.....	53
Gambar 3.19	Desain GAMA EV.....	54
Gambar 3.18	<i>Trolley Bus</i>	54
Gambar 3.20	Prototipe SemarT Ecocity Generasi I.....	56
Gambar 3.21	Desain SemarT Ecocity Generasi II.....	58
Gambar 3.22	Prototipe <i>City Car</i> Hasil Karya ITS.....	58
Gambar 3.23	Prototipe <i>e-Gang Car</i>	61
Gambar 3.24	Minibus Listrik Hasil <i>Retrofit</i>	61
Gambar 3.25	Sedan Timor Listrik Hasil <i>Retrofit</i>	63
Gambar 3.26	Mobil Listrik Hibrid Karya LIPI.....	64
Gambar 3.27	Prototipe Sedan <i>Sport</i> SKEV1.....	65
Gambar 3.28	Sedan <i>Sport</i> SV-1.....	65
Gambar 3.29	Bus Mikro Listrik.....	66
Gambar 3.30	Mobil <i>Meeting</i> Eksekutif Listrik.....	67
Gambar 3.31	TransViro Prototipe II.....	68
Gambar 4.1	Komponen Impor Mobil Listrik.....	76
Gambar 4.2	Prediksi Produksi vs Konsumsi BBM.....	81
Gambar 4.3.	Tren Kendaraan Listrik di Dunia dan Perbandingan dengan Jumlah Kendaraan Konvensional (dalam juta unit).....	86
Gambar 4.4	Grafik Asumsi Jumlah Mobil Dinas Pemerintahan, BUMN, dan BUMD.....	88
Gambar 4.5	Grafik Proyeksi Emisi CO2 di Indonesia.....	89
Gambar 4.6	Grafik Pertumbuhan Pasar Kendaraan Bermotor Tipe <i>City Car</i>	90
Gambar 4.7	Populasi Kendaraan Umum dalam Kota dan Mobil Dinas di Beberapa Provinsi/Kota.....	91
Gambar 5.1	Grafik Kapasitas Listrik Terpasang.....	95
Gambar 5.2	Grafik Energi Terjual per Kelompok Pelanggan (2012).....	95

Gambar 5.3	Grafik Kurva Beban Puncak Bersamaan Sistem Jawa Bali Tahun 2010.....	98
Gambar 6.1	Alur Kontrak Program Mobil Listrik Nasional	102
Gambar 6.2	<i>Roadmap</i> Pendukung Industri untuk Mobil Listrik Nasional	104
Gambar 6.3	Strategi Pengembangan Industri	105
Gambar 6.4	Instansi yang Berperan dalam Pengembangan Program Mobil Listrik Nasional	106
Gambar 6.5	Alur Pemberian Insentif	115

DAFTAR SINGKATAN

A	: Ampere
AC	: Alternating Current
Ah	: Ampere hour
APV	: All Purpose Vehicle
Artega SE	: Artega Sports Electric
AS	: Amerika Serikat
ATVM	: Advanced Technology Vehicle Manufacturing
Bappenas	: Badan Perencanaan Pembangunan Nasional
BBM	: Bahan Bakar Minyak
BBN	: Bea Balik Nama
BLDC	: Brushless Direct Current
BPKB	: Buku Pemilik Kendaraan Bermotor
BPPT	: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
BSN	: Badan Standardisasi Nasional
BTS	: Base Transceiver Station
BUMN	: Badan Usaha Milik Negara
BUMD	: Badan Usaha Millik Daerah
CARB	: California Air Resources Board
CO ₂	: Carbon Dioxide
CNG	: Compress Natural Gas
CVT	: Continuous Variable Transmission
DC	: Direct Current
DSP	: Digital Signal Processing
ESDM	: Energi dan Sumber Daya Mineral

EMS	: Energy Management System
EBTKE	: Energi Baru Terbarukan dan Konversi Energi
EV	: Electric Vehicle
F1	: Formula 1
FT-EV II	: Future Toyota Electric Vehicle II
GHG	: Greenhouse Gas
GM	: General Motor
GPS	: Global Positioning System
GWh	: Giga Watt hour
Harteknas	: Hari Kebangkitan Teknologi Nasional
HDC	: Heng Development Company
HKI	: Hak Kekayaan Intelektual
HP	: Horse Power
HPC	: High Performance Computer
i-MiEV	: Mitsubishi Innovative Electric Vehicle
ITB	: Institut Teknologi Bandung
ITS	: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
JCC	: Jakarta Convention Center
Kemenristek	: Kementerian Riset dan Teknologi
KERS	: Kinetic Energy Recovery System
kg	: kilo gram
km	: kilo meter
KRL	: Kereta Rel Listrik
kVA	: kilo Volt Ampere
kWh	: kilo Watt hour
kW	: kilo Watt
LCGC	: Low Cost Green Car
lb/kg	: pounds/kilo gram
LIPI	: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
LPG	: Liquefied Petroleum Gas
LPNK	: Lembaga Pemerintah Non-Kementerian
MIT	: Massachusetts Institute of Technology
Menko Ekuin	: Menteri Koordinator Bidang Ekonomi dan Keuangan
Menko Kesra	: Menteri Koordinator Bidang Kesejahteraan Rakyat

mm	: mili meter
mph	: mil per hour
MPV	: Multi-Purpose Vehicle
MRT	: Mass Rapid Transit
MW	: Mega Watt
NEDC	: New European Driving Cycle
Nm	: Newton meter
opt	: optional
PP	: Peraturan Pemerintah
PPN	: Pajak Pertambahan Nilai
PPnBM	: Pajak Pertambahan Nilai Barang Mewah
PPTI-O	: Pusat Pengembangan Teknologi dan Industri Otomotif
PT DI	: Perseroan Terbatas Dirgantara Indonesia
PT GRAIN	: Perseroan Terbatas Great Asia Link
PT INKA	: Perseroan Terbatas Industri Kereta Api
PT KAI	: Perseroan Terbatas Kereta Api Indonesia
PT PLN	: Perseroan Terbatas Perusahaan Listrik Negara
PWM	: Pulse Width Modular
RIMTEK	: Rekayasa Energi, Mekatronik dan Teknologi Kendaraan
rpm	: revolution per minute
SDM	: Sumber Daya Manusia
SHEV	: Small Hybrid Electric Vehicle
SKEV1	: Small Hybrid Electric Vehicle 1
SMK	: Sekolah Menengah Kejuruan
SNI	: Standar Nasional Indonesia
SOHC	: Simple Over Head Camshaft
SPBG	: Stasiun Pengisian Bahan Bakar Gas
SPBU	: Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum
SPLU	: Stasiun Pengisian Listrik Umum
std	: standard
STNK	: Surat Tanda Nomor Kendaraan
Tbk	: Terbuka
TKDN	: Tingkat Kandungan Komponen Dalam Negeri
TNI	: Tentara Nasional Indonesia

UGM	: Universitas Gadjah Mada
UI	: Universitas Indonesia
UNS	: Universitas Sebelas Maret
USB	: Universal Serial Bus
US EPA	: United State Environmental Protection Agency
UU	: Undang-Undang
V	: Volt
VA	: Volt Ampere
VDC	: Volt Direct Current
W	: Watt
Wh/kg	: Watt hour/kilo gram

PENGANTAR PENERBIT

Sebagai penerbit ilmiah, LIPI Press memiliki tanggung jawab untuk mencerdaskan kehidupan bangsa melalui penyediaan terbitan ilmiah yang berkualitas. Buku ilmiah populer dengan judul *Peluang dan Tantangan Pengembangan Mobil Listrik Nasional* ini telah melewati mekanisme penjaminan mutu, termasuk proses penelaahan dan penyuntingan oleh Dewan Editor LIPI Press.

Buku ini hadir untuk mengurai persoalan kasus kelangkaan energi dari sektor transportasi sekaligus menawarkan solusi alternatif melalui pemanfaatan mobil listrik nasional. Sejauh mana peranan, peluang, serta tantangan pemanfaatan mobil listrik sebagai salah satu solusi dalam menekan laju penggunaan energi yang bersumber dari BBM diulas secara apik dalam buku ini. Tentunya, dukungan nyata dan kerja sama yang baik dari berbagai pihak sangat diperlukan untuk mendorong keberhasilan program pengembangan mobil listrik nasional.

Harapan kami, semoga buku ini dapat memperkaya khazanah ilmu pengetahuan pembaca mengenai pengembangan mobil listrik nasional guna menghindari krisis energi di masa depan akibat penggunaan energi yang berlebihan dari sektor transportasi di masa sekarang.

Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu proses penerbitan buku ini.

LIPI Press

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wa Rabmatullahi wa Barakatuh,

Dengan penuh rasa syukur ke hadirat Allah swt., buku *Peluang dan Tantangan Pengembangan Mobil Listrik* terbit pada waktu yang tepat. Isu kelangkaan dan besarnya subsidi bahan bakar minyak (BBM) yang ditanggung pemerintah menjadi pembicaraan hangat saat ini. Terlebih mengingat sebesar 60% konsumsi BBM di Indonesia digunakan pada sektor transportasi. Untuk menjawab tantangan tersebut, diperlukan alternatif kendaraan berbahan bakar nonfosil serta ramah lingkungan yang salah satunya adalah melalui pengembangan alat transportasi berbasis energi listrik.

Dewasa ini pengembangan mobil listrik di Indonesia dilakukan oleh berbagai kalangan dengan melakukan penelitian dan pengembangan. LIPI sebagai lembaga penelitian telah berperan lama dalam penelitian dan pengembangan mobil listrik, yaitu sejak tahun 1997 dan telah menghasilkan beberapa purwarupa mobil listrik. Pada awal pengembangannya, LIPI telah menghasilkan purwarupa bernama 'Marlip' yang diperuntukkan bagi kebutuhan khusus. Saat ini LIPI telah menghasilkan beberapa purwarupa mobil listrik dengan teknologi yang jauh lebih maju, seperti mobil listrik hibrida, bus listrik eksekutif, sedan *sport* listrik, minibus listrik, dan lain sebagainya.

Selain LIPI, penelitian mobil listrik saat ini juga gencar dilakukan oleh beberapa perguruan tinggi (UI, ITB, UGM, UNS, ITS) dan lembaga kajian (BPPT) yang semuanya tergabung dalam konsorsium

Pusat Pengembangan Teknologi dan Industri Otomotif (PPTI-O). PPTI-O menggalang peran pemerintah, industri dan peneliti dari perguruan tinggi serta lembaga penelitian agar bersinergi dalam melaksanakan riset mobil listrik. Dengan konsorsium ini diharapkan penguasaan 5 teknologi kunci mobil listrik, yaitu *platform*, baterai, motor, sistem kendali elektronik, dan sistem pengisian baterai dapat terwujud dalam waktu dekat ini.

Pengembangan proses industrialisasi mobil listrik nasional tidak cukup hanya dengan *hard technology* seperti purwarupa saja, namun juga diperlukan *soft technology* dalam bentuk kajian aspek sosial budaya, regulasi, dan pendidikan terhadap masyarakat. Kedua hal tersebut harus digarap bersama-sama secara serius agar pencapaian yang tinggi di bidang IPTEK dapat berkontribusi bagi perekonomian nasional secara berkesinambungan. Untuk menyukseskan program mobil listrik nasional diperlukan adanya sinergi program dan koordinasi antara pemerintah, perguruan tinggi, lembaga penelitian dan pengembangan serta pihak swasta.

Buku *Peluang dan Tantangan Pengembangan Mobil Listrik* hasil kajian Pusat Penelitian Tenaga Listrik dan Mekatronik LIPI ini diharapkan dapat memperluas wawasan terkait perkembangan mobil listrik di dunia dan di Indonesia pada khususnya. Buku ini juga mengupas tentang kemampuan sumber daya manusia dalam negeri dalam mengembangkan mobil listrik, peluang dan tantangan pengembangan mobil listrik nasional serta dukungan yang diperlukan agar program mobil listrik nasional berjalan dengan lancar.

Buku ini diharapkan mampu memberikan sumbangan pemikiran serta ikut berkontribusi dalam mewujudkan cita-cita bangsa, khususnya dalam membangun dan mengembangkan usaha industri mobil listrik nasional. Selain itu, buku ilmiah populer ini juga diharapkan mampu menjawab beragam pertanyaan dari masyarakat serta para pemangku kepentingan terkait kebijakan energi.

Akhir kata, saya sampaikan selamat membaca buku ini dan semoga buku ini dapat memberikan pencerahan dan inspirasi bagi

kita semua dalam mewujudkan industri mobil listrik nasional di masa mendatang.

Sekian, terima kasih.

Wassalamu'alaikum wa Rahmatullahi wa Barakatuh.

Jakarta, 16 Juni 2014

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Lukman Hakim', with a small mark to the left and a flourish to the right.

Prof. Dr. Lukman Hakim
Kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

PRAKATA

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatub

Alhamdulillah rabbil'alamin, puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah Swt. yang telah melimpahkan nikmat, kasih sayang, dan kekuatan-Nya sehingga buku *Peluang dan Tantangan Pengembangan Mobil Listrik Nasional* ini dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini merupakan salah satu luaran kegiatan penelitian berjudul *Studi Pengembangan Startup Company untuk Produk Mobil Listrik dan Konverter Gas* tahun anggaran 2012 yang didanai oleh Kementerian Riset dan Teknologi melalui Program Insentif Penguatan Kapasitas Iptek Koridor.

Buku ini diharapkan mampu mengawal bangsa Indonesia menjadi bangsa yang mandiri, khususnya melalui pengembangan mobil listrik. Ini disebabkan pada buku ini dijabarkan mengenai pengetahuan dan perkembangan mobil listrik, kemampuan dalam negeri dalam hal penguasaan teknologi mobil listrik, aspek model bisnis mobil listrik serta strategi untuk menunjang program mobil listrik nasional.

Buku ilmiah populer ini ditujukan untuk para peneliti, mahasiswa, dosen, guru, pengambil kebijakan, dan siapa saja yang tertarik akan teknologi dan kemajuan mobil listrik di Indonesia. Struktur dan penulisan buku yang disusun secara objektif melalui pengumpulan data dan informasi, wawancara, literatur, dan forum diskusi menjadikan buku ini kaya akan data yang aktual dan faktual. Dengan demikian, buku ini diharapkan mampu berkontribusi bagi khazanah

ilmu pengetahuan serta dapat memperluas wawasan pembaca demi mewujudkan kemandirian bangsa di sektor transportasi melalui pengembangan industri mobil listrik nasional.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Wassalamu'alaiikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Bandung, Februari 2014

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih atas bantuan dan keterlibatan semua pihak dalam kegiatan penelitian hingga penyusunan buku ini, juga rasa syukur kehadiran Allah Swt., orang tua dan seluruh keluarga tercinta, Pemimpin LIPI, Pemimpin Puslit Telimek LIPI, teman-teman anggota penelitian, rekan-rekan peneliti Puslit Telimek LIPI, narasumber dari perguruan tinggi seperti Institut Teknologi Bandung, Universitas Indonesia, Universitas Gadjah Mada, dan Universitas Sebelas Maret, juga narasumber dari PT Dirgantara Indonesia, PT Pindad, PT Sarimas Ahmadi Pratama, karyawan Puslit Telimek LIPI, dan kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Dari lubuk hati yang paling dalam, penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya, semoga segala sesuatu yang bapak/ibu berikan dibalas oleh Allah Swt., Amin.

Bab 1

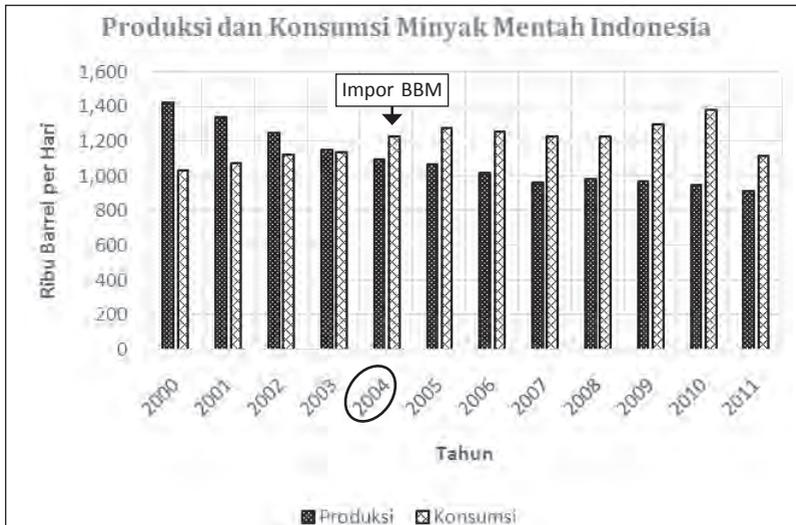
Pendahuluan

A. KELANGKAAN BBM DAPAT MENYEBABKAN KRISIS ENERGI

Sebagian besar atau sekitar 32,7% pola konsumsi energi di Indonesia pada tahun 2011 berasal dari bahan bakar minyak (BBM). Ini lebih besar dari konsumsi yang bersumber dari biomassa yang menempati urutan kedua, yaitu sebesar 25,1% (Pusdatin ESDM, 2012). Apabila terjadi kelangkaan BBM, ketergantungan yang besar terhadap BBM ini tidak mustahil akan dapat menyebabkan terjadinya krisis energi. Pola konsumsi BBM di Indonesia yang meningkat setiap tahun ini tidak lepas dari jumlah kendaraan yang juga bertambah tiap tahunnya.

Jumlah kendaraan bermotor di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun. Dalam rentang waktu lima tahun (2007–2012) jumlah mobil penumpang, bus, truk, dan sepeda motor meningkat hampir dua kali lipat dari 54.802.680 unit menjadi 94.373.324 unit (Badan Pusat Statistik, 2013). Seiring dengan kenaikan jumlah kendaraan bermotor tiap tahunnya maka konsumsi BBM juga terus meningkat. Sejak 2004, Indonesia sudah menjadi *net importer* minyak karena kebutuhan konsumsi BBM dalam negeri lebih besar dari produksi minyak yang dihasilkan oleh ladang minyak di Indonesia (Gambar 1.1).

Sejatinya, pada tahun 2000 produksi BBM Indonesia masih lebih tinggi daripada konsumsi BBM karena pada saat itu produksi BBM mencapai lebih dari 1,4 juta barrel per hari, sedangkan konsumsi per hari sekitar 1 juta barrel. Namun, pada tahun 2004 produksi BBM

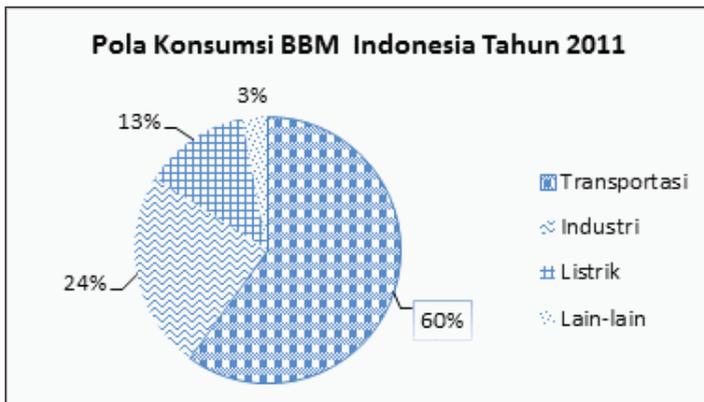
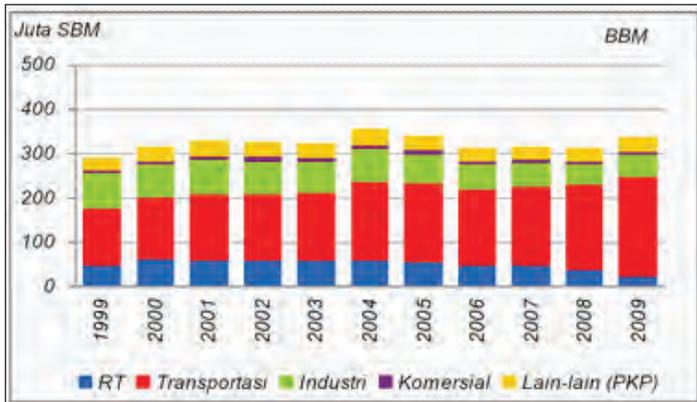


Sumber: *Index Mundi*, 2011

Gambar 1.1 Grafik Produksi dan Konsumsi Minyak Mentah Indonesia

turun menjadi sekitar 1,1 juta barrel per hari, sedangkan konsumsi BBM meningkat lebih dari 1,2 juta barrel per hari. Oleh sebab itu, sejak 2004 kebutuhan atau konsumsi BBM di Indonesia lebih tinggi dari produksi BBM.

Apabila hal ini terus dibiarkan tanpa ada solusi, bukan tidak mungkin pada suatu saat nanti akan terjadi krisis energi di Indonesia akibat ketergantungan pola konsumsi energi yang sebagian besar bersumber dari BBM. Untuk mencegah hal tersebut, harus ada upaya guna mengurangi pemakaian BBM, khususnya pada sektor transportasi. Ini dikarenakan sektor transportasi menempati urutan teratas pengonsumsi BBM dengan persentase sebesar 60% jika dibandingkan dengan sektor rumah tangga, industri, komersial, dan lainnya, sektor transportasi (Gambar 1.2).



Sumber: Pusdatin ESDM, 2010 dan Bank Indonesia, 2012

Gambar 1.2 Pola Konsumsi BBM Indonesia

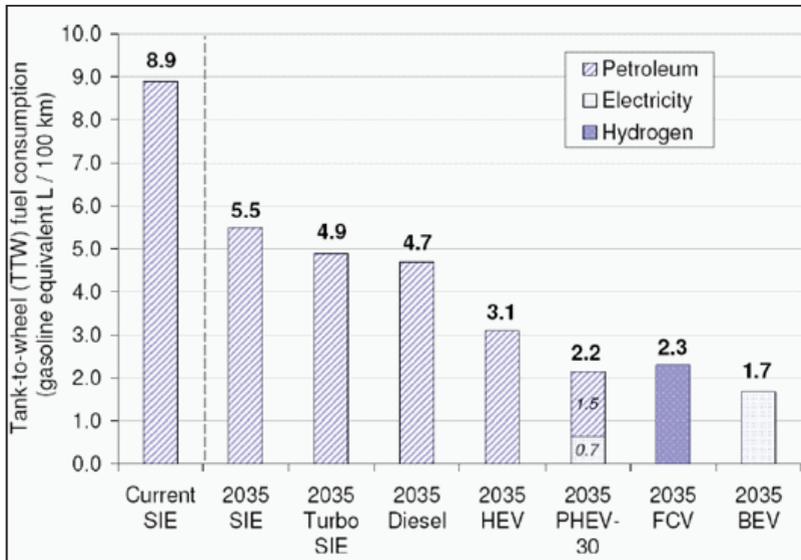
B. MOBIL LISTRIK SEBAGAI KENDARAAN MASA DEPAN HEMAT ENERGI

Untuk mengurangi pemakaian BBM pada sektor transportasi diperlukan kendaraan yang hemat energi. Salah satu jenis kendaraan yang hemat energi dan dapat menjadi alternatif untuk mengurangi pemakaian BBM adalah kendaraan listrik.

Kendaraan listrik adalah kendaraan yang menggunakan motor listrik sebagai penggeraknya sehingga tidak membutuhkan BBM

seperti pada kendaraan bermotor konvensional. Sumber energi listrik untuk kendaraan listrik tidak hanya berasal dari BBM saja, tetapi bisa juga berasal dari sumber energi alternatif lainnya seperti tenaga air, angin, atau sumber energi lainnya. Selain hemat energi, kendaraan listrik juga ramah lingkungan karena tidak mengeluarkan emisi atau nol emisi sehingga udara sekitar dapat lebih bersih.

Laporan penelitian yang dilakukan oleh Massachusetts Institute of Technology (MIT) dengan judul *On the Road in 2035: Reducing Transportation's Petroleum Consumption and GHG Emissions* menunjukkan bahwa teknologi kendaraan listrik dinilai paling hemat dibandingkan teknologi kendaraan berbahan bakar minyak maupun teknologi kendaraan berbahan bakar hidrogen. Apabila pada tahun 2035 nanti kendaraan yang digunakan adalah kendaraan listrik maka besarnya konsumsi bahan bakar memiliki ekuivalen dengan 1,7 liter per 100 km. Ini jauh lebih efisien dibandingkan kendaraan berbahan bakar minyak yang mengonsumsi 5,5 liter per 100 km-nya

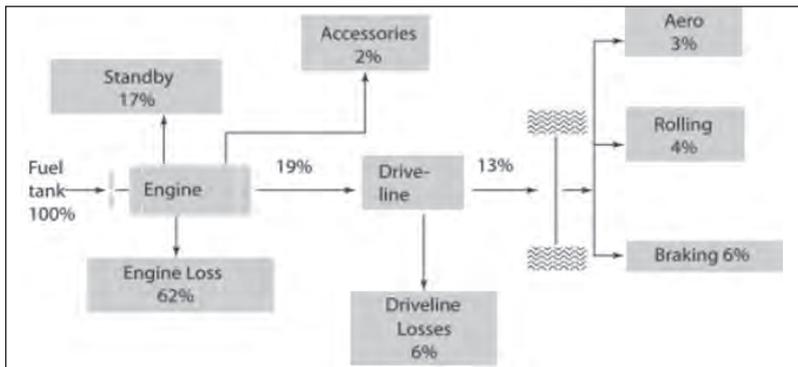


Sumber: Massachusetts Institute of Technology, 2008

Gambar 1.3 Grafik Perbandingan Komsumsi BBM Berbagai Kendaraan Bermotor

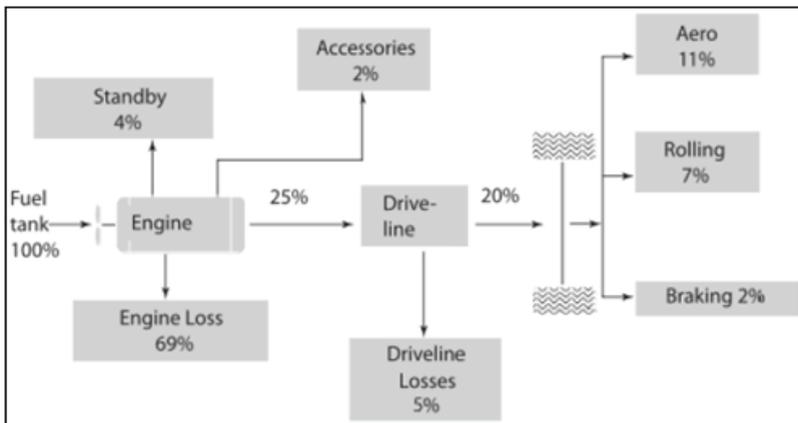
maupun kendaraan berbahan bakar hidrogen yang mengonsumsi 2,3 liter per 10 km-nya (Gambar 1.3)(Massachusetts Institute of Technology, 2008).

Kendaraan konvensional atau kendaraan dengan mesin pembakaran dalam membutuhkan bahan bakar sebagai sumber energi. Gambar 1.4 menggambarkan suatu kendaraan konvensional yang dioperasikan di perkotaan. Dari 100% total energi di tangki bahan



Sumber: Subekti dkk., 2010

Gambar 1.4 Efisiensi Kendaraan Bermotor di Perkotaan



Sumber: Subekti dkk., 2010

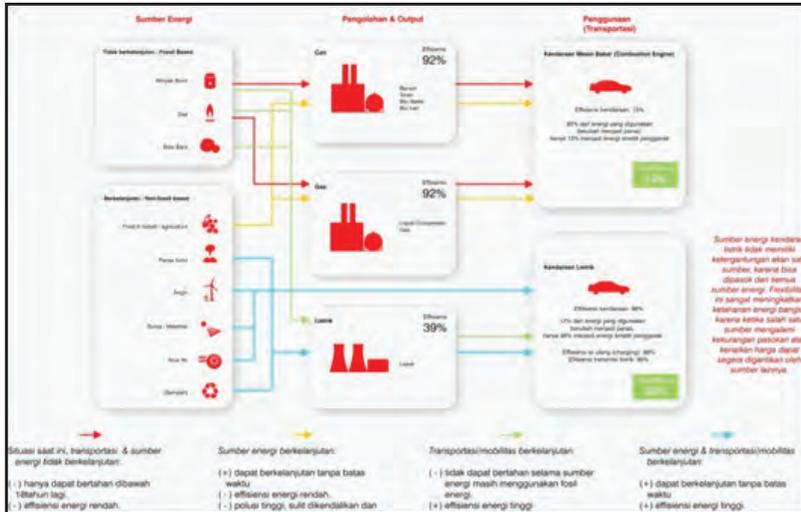
Gambar 1.5 Efisiensi Kendaraan Bermotor di Jalan Bebas Hambatan

bakar, hanya 13% energi yang dimanfaatkan oleh kendaraan sebagai penggeraknya dengan perincian 3% energi terserap untuk aerodinamis, 4% energi digunakan pada perputaran roda dan 6% energi digunakan pada saat pengereman. Apabila kendaraan dioperasikan di jalan bebas hambatan dan tidak banyak berhenti seperti terdapat pada Gambar 1.5, terdapat sedikit kenaikan efisiensi di mana energi yang terserap sebagai penggerak menjadi 20%.

Bahan bakar yang digunakan pada kendaraan bermotor adalah energi fosil yang bersumber dari pengolahan sumur minyak bumi, ladang gas, maupun tambang batu bara. Seperti yang terdapat pada Gambar 1.6, sumber energi hulu bahan bakar mentah diolah menjadi bahan bakar berbentuk cair maupun gas dengan efisiensi yang cukup tinggi, yaitu sekitar 92%. Namun, di sisi hilir hanya 15% energi yang dikandung oleh bahan bakar cair atau gas yang terserap oleh kendaraan dalam bentuk energi kinetik penggerak, sedangkan 85% energi sisanya berubah menjadi energi panas. Total efisiensi energi mulai dari sumber energi sampai pada kendaraan adalah sekitar 14%.

Kendaraan listrik memiliki efisiensi lebih tinggi dibandingkan kendaraan konvensional. Kendaraan listrik tidak memerlukan bahan bakar, namun membutuhkan energi listrik sebagai penggerak. Sumber listrik yang digunakan oleh mobil listrik, selain dapat bersumber dari energi fosil, juga dapat berasal dari sumber energi yang dapat diperbarui atau terbarukan, seperti biomassa, panas bumi, angin, surya, dan air. Sumber energi hulu tersebut selanjutnya diolah menjadi energi listrik yang kemudian digunakan sebagai penggerak mobil listrik.

Efisiensi sumber energi menjadi energi listrik pada pembangkit listrik adalah sekitar 39%. Walaupun efisiensi tersebut lebih kecil dibandingkan pengolahan bahan bakar cair atau gas, efisiensi kendaraan listrik tetap lebih besar, yaitu sebanyak 88% energi listrik terserap menjadi energi kinetik penggerak. Total efisiensi dari sumber energi sampai kendaraan listrik adalah sekitar 28%. Ini berarti efisiensi kendaraan listrik dua kali lebih tinggi dari kendaraan konvensional yang hanya sekitar 14%.



Sumber: MATTRIK, 2008

Gambar 1.6 Perbandingan Efisiensi Kendaraan Listrik dan Kendaraan Konvensional dari Sektor Hulu Sampai Hilir

Secara garis besar, dibandingkan dengan kendaraan konvensional atau kendaraan berbahan bakar minyak, kendaraan listrik memiliki banyak kelebihan, antara lain (MATTRIK, 2008 dan Puslit Telimek, 2012):

1. hemat energi (efisiensi penggunaan energi dua kali lebih tinggi),
2. ramah lingkungan (tidak mengeluarkan emisi atau nol emisi),
3. biaya operasional murah (harga listrik lebih murah bila dibandingkan harga BBM),
4. biaya perawatan murah (komponen yang bergerak lebih sedikit),
5. sumber bahan bakar di sektor hulu fleksibel dan dapat menggunakan sumber energi yang dapat diperbarui/berkelanjutan,
6. pengisian energi fleksibel,
7. biaya pembangunan infrastruktur stasiun pengisian energi murah.

C. MENUJU KEMANDIRIAN BANGSA MELALUI INDUSTRI MOBIL LISTRIK NASIONAL

Kemandirian industri suatu bangsa mutlak diperlukan dan harus terus dibangun. Salah satu aspek kemandirian Indonesia yang dapat dibangun adalah dari segi otomotif. Seperti diketahui, industri otomotif di Indonesia saat ini masih dikuasai oleh pihak asing. Untuk mewujudkan kemandirian bangsa di sektor transportasi khususnya industri otomotif, perlu dipikirkan langkah nyata, salah satunya adalah melalui pengembangan industri mobil listrik nasional.

Peluang untuk mengembangkan dan mengisi pangsa pasar mobil listrik nasional saat ini masih terbuka karena belum ada pabrikan mobil atau industri otomotif yang mendominasi pasar global dan nasional. Apalagi perkembangan mobil listrik di dunia saat ini masih dalam tahap uji coba. Artinya, belum ada negara yang dinilai berhasil mengembangkan mobil listrik. Pengembangan mobil listrik masih dalam tahap uji coba dan belum ada yang sampai ke tahap produksi massal (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2012 dan KESDM, 2014). Apabila industri mobil listrik nasional tidak dimulai sekarang juga, bisa dipastikan bahwa ke depannya Indonesia hanya akan menjadi pasar bagi industri otomotif global.

Program industri mobil listrik nasional merupakan program yang besar dan cenderung ambisius. Meskipun demikian, bukanlah sesuatu yang mustahil untuk diwujudkan. Perlu dukungan serta kerja sama yang sinergis dan berkesinambungan antara pemerintah, perguruan tinggi, lembaga litbang dan swasta untuk menyukseskan program mobil listrik nasional tersebut. Pihak-pihak yang dapat terlibat pada program mobil listrik nasional antara lain adalah 1) Pemerintah: Menko Ekuin, Menko Kesra, Bappenas, Kementerian Pendidikan Nasional, Kementerian Riset dan Teknologi, Kementerian Perindustrian, Kementerian Keuangan, Kementerian BUMN, Kementerian Perdagangan, Kementerian ESDM, Kementerian Perhubungan, Badan Standardisasi Nasional (BSN), Kementerian Lingkungan Hidup dan Kepolisian; 2) Perusahaan BUMN: PT PLN, PT Pindad,

PT Dirgantara Indonesia, PT Industri Kereta Api (INKA) dan PT Len Industri; 3) Perguruan tinggi: ITB, UGM, ITS, UI, dan UNS; 4) Lembaga riset (LPNK): LIPI dan BPPPT; 5) Swasta: industri baterai (PT Nipress) dan industri otomotif.

Untuk menunjang program mobil listrik nasional dibutuhkan *grand plan* dan *roadmap* secara mendetail. *Grand plan* dan *roadmap* merupakan perencanaan besar mulai dari hulu sampai hilir, yaitu mulai dari tahap riset sampai tahap produksi dan pemasarannya, termasuk ketersediaan bahan baku atau materialnya. Dibutuhkan juga sumber daya manusia (SDM), fasilitas, anggaran, kegiatan penelitian dan pengembangan, sarana pendukung lainnya, dan penjabaran industri pendukungnya.

Beberapa aspek yang saat ini dirasa dapat menghambat program mobil listrik nasional antara lain adalah harga mobil listrik yang masih lebih mahal dibandingkan mobil berbahan bakar bensin, jarak tempuh mobil listrik yang terbatas, infrastruktur pengisian baterai yang belum ada, kurang seriusnya pemerintah pada program mobil listrik nasional, pangsa pasar yang belum terbuka, dan industri pendukung yang belum ada.

Permasalahan tersebut secara singkat dapat dikategorikan menjadi dua hal utama, yaitu masalah teknis dan nonteknis. Masalah teknis dapat dipecahkan melalui penelitian dan pengembangan teknologi mobil listrik, sedangkan masalah nonteknis memerlukan dukungan yang kuat dari pemerintah untuk mengatasinya.

Pemerintah harus menciptakan segmen pasar mobil listrik untuk menyerap mobil listrik yang telah diproduksi di dalam negeri agar industri mobil listrik nasional dapat berkembang. Segmen pasar mobil listrik untuk tahap awal dapat menyoar pada mobil dinas pemerintah (mobil pelat merah), dan angkutan umum massal (kendaraan pelat kuning).

Mobil dinas pemerintahan, BUMN, dan BUMD untuk tipe mobil penumpang di Indonesia diperkirakan berjumlah sekitar 521.613 unit (tahun 2013), mobil angkutan umum dalam kota seperti taksi

dan angkutan kota (angkot) di Jakarta jumlahnya hampir 40 ribu unit (tahun 2011), dan jumlah angkutan umum dalam kota di wilayah Jawa Barat mencapai lebih dari 80 ribu unit (tahun 2012) (Badan Pusat Statistik, 2013). Sementara itu, berdasarkan data dari Gaikindo, pasar kendaraan bermotor dengan kapasitas mesin ≤ 1500 cc di Indonesia pada tahun 2013 berjumlah 707.837 unit dengan pertumbuhan rata-rata per tahun sekitar 19,5%. Ini merupakan pasar yang potensial untuk mengembangkan industri mobil listrik nasional. Bagi masyarakat, penggunaan mobil listrik dapat menghemat biaya operasional. Biaya operasional mobil listrik untuk biaya pengisian baterai adalah sekitar Rp325,00/km, sedangkan biaya pembelian bahan bakar mobil konvensional adalah sekitar Rp650,00/km. Jadi, biaya operasional mobil listrik lebih murah dibandingkan biaya operasional mobil konvensional.

Dukungan dari pemerintah yang dibutuhkan untuk mengembangkan industri mobil listrik nasional adalah peraturan tentang legalitas mobil listrik untuk pemakaian di jalan raya, peraturan tentang uji kelayakan mobil listrik, Standar Nasional Indonesia (SNI) komponen mobil listrik dan peralatan pendukung lainnya, proteksi atau perlakuan khusus kepada calon industri mobil listrik nasional, insentif kepada industri komponen mobil listrik nasional, insentif bagi pengguna agar masyarakat tertarik untuk membeli mobil listrik, dan pembangunan infrastruktur yang dibutuhkan seperti Stasiun Pengisian Listrik Umum (SPLU). Selain itu, juga diperlukan adanya payung hukum mengenai kemudahan dalam transfer teknologi serta anggaran penelitian mobil listrik yang memadai sehingga program pengembangan dan produksi massal mobil listrik yang berteknologi tinggi akan tercapai.

Buku ini mengangkat topik mengenai kemandirian bangsa untuk menghilangkan ketergantungan akan impor BBM, khususnya pada sektor transportasi melalui pengembangan industri mobil listrik nasional. Pada bagian awal dijabarkan sekilas tentang sejarah dan teknologi mobil listrik, beberapa industri mobil listrik di dunia yang

ada dan industri yang gagal, dan perkembangan industri kendaraan listrik di Indonesia. Selanjutnya, akan dipetakan tentang kemampuan dalam negeri untuk menunjang program industri mobil listrik nasional yang meliputi kemampuan dan peran serta BUMN, sektor swasta, perguruan tinggi, dan lembaga riset.

Pada bagian selanjutnya akan dijabarkan mengenai tantangan dan peluang dalam mengembangkan industri mobil listrik nasional serta ketersediaan energi listrik sebagai sumber pasokan utama bagi mobil listrik. Di sini akan dibahas mengenai kondisi kelistrikan di Indonesia saat ini dan jumlah mobil listrik yang dapat dicas secara bersamaan, baik saat beban puncak maupun di luar beban puncak.

Di bagian akhir dijelaskan mengenai program mobil listrik nasional yang berkelanjutan serta peraturan, standar, dan insentif yang diperlukan guna mencapai kemandirian industri mobil listrik nasional. Oleh sebab itu, buku ini diharapkan dapat membuka wawasan bagi pembaca, khususnya para penggiat teknologi seperti peneliti, dosen, mahasiswa, guru maupun para pengambil keputusan untuk dapat bersama-sama mewujudkan bangsa yang mandiri melalui pengembangan mobil listrik nasional.

Bab 2

Sekilas Tentang Mobil Listrik

A. SEJARAH KENDARAAN LISTRIK

Kendaraan listrik adalah kendaraan yang menggunakan motor listrik sebagai tenaga penggeraknya dan baterai sebagai penyimpan energi listriknya. Sebenarnya, kendaraan listrik sudah sejak lama dikenal di dunia, bahkan ide awal untuk menciptakan kendaraan listrik sudah ada sejak tahun 1800-an. Di samping itu, paten mengenai sepeda motor listrik juga sudah ada pada akhir 1860.

Pada tahun 1828, seseorang bernama Anyos Jedlik asal Hungaria berhasil membuat prototipe awal sebuah mesin dengan tenaga listrik. Pada 1897 mobil listrik mulai digunakan sebagai kendaraan komersial di Amerika Serikat khususnya di kota New York sebagai angkutan umum, yaitu taksi yang dibuat oleh Electric Carriage dan Wagon Company Philadelphia.

Awal abad ke-20 beberapa perusahaan di Amerika Serikat antara lain Anthony Electric, Baker, Columbia, Anderson, Fritchle, Studebaker, Riker, dan Milburn memproduksi mobil listrik. Sementara itu, pada tahun 1902 Woods Motor Vehicle Co. berhasil memproduksi sebuah mobil listrik yang diberi nama Phaeton. Mobil listrik ini mampu dipacu sampai kecepatan 14 mil per jam dan dapat menempuh jarak sejauh 18 mil. Pada tahun 1970-an, sebuah mobil listrik dengan nama *city car* yang berkecepatan maksimum 49 mil per jam dan mampu menempuh jarak sejauh 60 mil mulai diproduksi secara massal.

Mobil listrik sebenarnya lebih dulu populer dibandingkan mobil bermesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*), namun kepopulerannya semakin meredup karena kalah dengan teknologi mesin pembakaran dalam yang semakin maju terutama pada bagian starter listriknya.

Hal ini ditambah dengan kemampuan mobil berbahan bakar bensin yang dapat menempuh jarak yang lebih jauh, pengisian bensin yang lebih cepat, dan infrastruktur pengisian semakin bertambah. Apalagi sistem produksi massal yang dicanangkan membuat harga mobil bensin turun drastis sampai setengah harga mobil listrik. Akibatnya, kepopuleran mobil listrik kian meredup dan secara total menghilang dari pasaran, terutama di pasaran yang awalnya sangat potensial seperti Amerika Serikat pada era 1930-an.

Kemudian pada tahun 1970-an dan 1980-an krisis energi yang terjadi mengangkat kembali pamor mobil listrik yang digadagadag menjadi transportasi hemat energi dan ramah lingkungan. Terlebih lagi mobil listrik menawarkan kenyamanan dan teknik pengoperasian yang relatif mudah yang tidak dapat dicapai oleh kendaraan-kendaraan bermesin bensin saat itu. Akhir-akhir ini dua hal tersebut (krisis energi dan kenyamanan mobil listrik) mengemuka kembali sehingga beberapa pabrik otomotif berlomba untuk menelurkan mobil listrik.

Terjadinya resesi ekonomi global pada akhir tahun 2000-an membuat sebagian besar produsen otomotif dunia meninggalkan mobil-mobil berbodi atau berukuran besar dan boros bahan bakar. Mereka kemudian beralih ke mobil-mobil kecil, hibrid, dan mobil listrik. Perusahaan otomotif asal California (Tesla Motors) dan perusahaan otomotif asal Jepang (Mitsubishi) merupakan pelopor industri mobil listrik modern. Mobil listrik Mitsubishi (i-MiEV) mulai dijual di Hong Kong pada bulan Mei 2010 dan di Australia mulai Juli 2010.

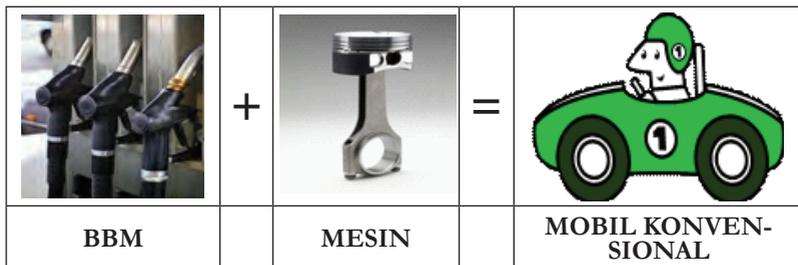
B. SEKILAS TENTANG TEKNOLOGI MOBIL LISTRIK

1. MOBIL KONVENSIONAL

Jenis mobil yang saat ini sangat banyak dan umum digunakan oleh masyarakat adalah mobil konvensional. Mobil konvensional adalah mobil yang menggunakan mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) sebagai penggerakannya. Mobil konvensional membutuhkan bahan bakar seperti bensin atau sejenisnya untuk menggerakkan mesinnya. Tenaga dari hasil pembakaran bahan bakar pada mesin pembakaran internal dimanfaatkan dan diubah menjadi gerakan yang mampu menggerakkan mobil. Mobil konvensional secara umum memiliki kinerja yang baik dan harganya lebih murah dibandingkan mobil listrik. Akan tetapi, mobil konvensional membutuhkan bahan bakar minyak dan mengeluarkan emisi gas buang yang berbahaya sehingga menimbulkan polusi udara. Ilustrasi bagan mobil konvensional adalah seperti tertera pada Gambar 2.1.

2. MOBIL LISTRIK

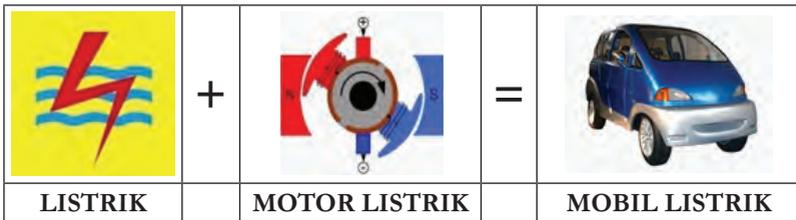
Mobil listrik terdiri atas beberapa komponen utama, antara lain motor listrik, baterai (*accu*), alat pengisian ulang (*charger*), kontrol kecepatan (*speed control*), dan sistem manajemen energi (*Energy Management System*)



Sumber: Subekti dkk., 2010

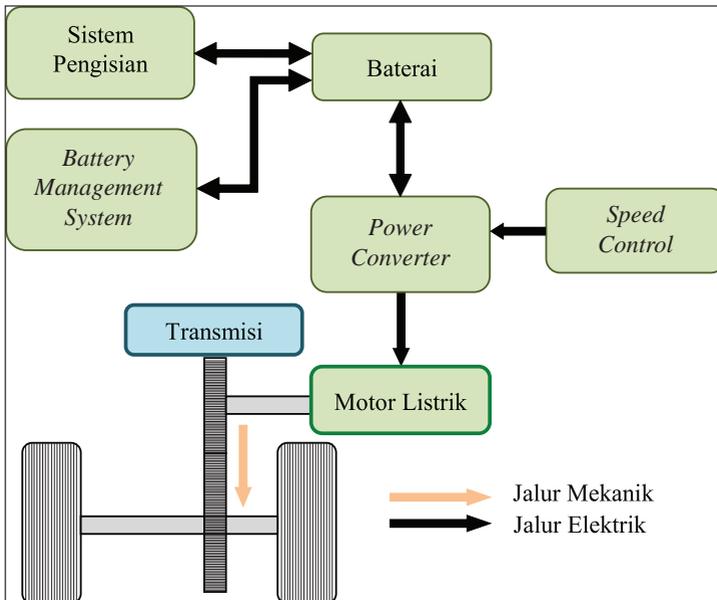
Gambar 2.1 Bagan Mobil Konvensional

atau EMS). Mobil listrik menggunakan motor listrik sebagai penggerakannya. Energi listrik diubah menjadi energi mekanik melalui motor listrik untuk menggerakkan mobil. Motor listrik mendapat suplai energi dari baterai yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan energi listrik. Baterai tersebut dapat diisi ulang apabila energi listrik yang terdapat di baterai hampir habis.



Sumber: Subekti dkk., 2010

Gambar 2.2 Bagan Mobil Listrik



Gambar 2.3 Komponen Utama Mobil Listrik

Meskipun mobil listrik ramah lingkungan, tidak bising, dan memiliki akselerasi yang baik, mobil listrik membutuhkan Stasiun Pengisian Listrik Umum (SPLU) dan sarana infrastruktur pendukung lainnya. Apabila sistem pengisian baterai dilakukan tanpa metode *fast charging* atau sistem pengisian cepat, waktu yang dibutuhkan untuk mengisi baterai menjadi sangat lama. Hal inilah yang membuat mobil listrik menjadi tidak praktis. Ilustrasi bagan dan komponen utama mobil listrik ditunjukkan pada Gambar 2.2 dan 2.3.

3. PERBANDINGAN MOBIL LISTRIK DAN MOBIL KONVENSIONAL

a. Harga

Harga mobil listrik lebih mahal dibandingkan mobil bermesin konvensional. Hal tersebut dikarenakan tingginya harga salah satu komponen utama mobil listrik, yaitu baterai. Untuk menyasati hal tersebut, salah satu perusahaan mobil listrik (Tesla Motors), telah menggunakan teknologi baterai seperti baterai laptop pada mobil listrik buatannya. Baterai yang digunakannya terhitung tiga hingga empat kali lebih murah dibandingkan baterai mobil listrik biasa yang dipakai perusahaan mobil lainnya. Ini karena baterai konvensional mampu menghabiskan 700–800 dolar AS per kWh, sedangkan baterai yang menggunakan sel seperti pada laptop hanya 200 dolar AS. Ke depannya, hal ini memungkinkan terjadinya penurunan harga mobil listrik sehingga lebih murah.

b. Biaya Perawatan

Mobil listrik memiliki komponen yang lebih sedikit dibandingkan mobil konvensional. Motor listrik yang terdapat pada mobil listrik memiliki komponen yang jumlahnya jauh lebih sedikit dibandingkan komponen mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) pada mobil konvensional.

Biaya perawatan terbesar dari sebuah mobil listrik adalah pada biaya penggantian baterainya. Baterai lithium pada mobil listrik harganya sangat mahal, tetapi biaya perawatannya murah. Karena baterai pada mobil listrik terdiri atas banyak sel individu yang pemakaiannya tidak merata, mengganti sel yang sudah rusak secara periodik dapat mempertahankan jarak tempuh kendaraan.

Mobil listrik Tesla Roadster mengonsumsi energi listrik sebesar 17,4 kWh/100 km, sedangkan Mitsubishi i-EV1 sebesar 11 kWh/100 km. Mobil listrik lainnya seperti Nissan Leaf menggunakan listrik sebesar 21,25 kWh/100 km yang diukur oleh Badan Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat (US EPA). Perbedaan ini menggambarkan perbedaan desain dan target pemakaian kendaraan serta standar tes yang beraneka ragam.

Besarnya konsumsi energi mobil listrik sangat tergantung pada kondisi alam dan gaya mengemudikannya. Nissan mengestimasi ongkos perawatan Leaf dalam kurun waktu pemakaian lima tahun adalah US\$1,800, sedangkan mobil bensin biasa sekitar US\$6,000. Biaya perawatan mobil listrik Nissan Leaf di Inggris adalah 1,75 pence per mil (1,09p per km), sedangkan untuk mobil bensin ongkosnya lebih dari 10 pence per mil (6,25p per km). Estimasi ini didasarkan pada rata-rata tarif nasional Inggris pada bulan Januari 2012.

c. Jarak dan Waktu Pengisian

Mobil konvensional dapat dianggap mempunyai jarak tempuh yang tak terbatas karena bahan bakarnya dapat diisi dengan cepat dan Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) juga mudah ditemukan. Sebaliknya, mobil listrik mempunyai jarak maksimum yang jauh lebih rendah dibandingkan mobil konvensional.

Kelemahan lain dari mobil listrik adalah waktu yang dibutuhkan dalam proses pengisian baterai yang cukup lama. Hal ini merupakan alasan mengapa para produsen mobil memasarkan mobil listrik sebagai ‘mobil harian’ yang hanya cocok untuk pemakaian dalam kota saja atau perjalanan jarak pendek.

Salah satu mobil listrik yang ada yaitu Tesla Roadster yang dapat digunakan untuk menempuh perjalanan sejauh 245 mil (394 km) setiap pengisiannya. Jarak tempuhnya dua kali lebih jauh dibandingkan mobil listrik lain yang ada di pasaran. Baterai Tesla Roadster dapat diisi ulang dalam waktu 3,5 jam dari sumber listrik 220 Volt, 70 Ampere. Salah satu cara produsen mobil meningkatkan jarak tempuh mobil listriknya adalah dengan teknologi penggantian baterai. Mobil listrik yang memiliki teknologi ini dapat pergi ke stasiun penggantian baterai dan mengganti baterai mobilnya yang sudah habis dengan baterai yang sudah terisi dalam waktu satu menit saja. Baterai mobil listrik ini umumnya mempunyai jarak tempuh 100 mil (160 km). Proses ini lebih bersih dan cepat daripada mengisi bahan bakar di SPBU, tetapi karena butuh investasi yang amat besar, prospek ekonominya belum dapat dipastikan. Sampai akhir 2010, hanya dua perusahaan di A.S. yang berencana memakai teknologi penggantian baterai ini untuk mobil listrik mereka, yakni Better Place dan Tesla Motors.

C. BEBERAPA INDUSTRI MOBIL LISTRIK DI DUNIA

1. TESLA

Tesla merupakan salah satu produsen mobil listrik yang cukup besar yang berasal dari California, Amerika Serikat. Tesla Motors, memulai pengembangan Tesla Roadster pada tahun 2004 dan kemudian meluncurkannya ke publik pada 2008. Sampai bulan Januari 2011 Tesla telah berhasil menjual 1.500 unit Roadster di 31 negara. Tesla membekali mobil listriknya dengan motor berdaya 60 kWh, *microprocessor controlled*, dan baterai jenis lithium-ion. Perusahaan yang didirikan sejak tahun 2003 telah memproduksi beberapa jenis mobil listrik dan telah banyak membangun sistem pengisian baterai dengan metode *fast charging* yang dinamai Tesla Superchargers di wilayah Amerika Utara dan Eropa. Dengan Tesla Superchargers berdaya 120 kW, mobil listrik tersebut dapat diisi ulang selama 30 menit dan dapat menempuh jarak 200 mil.



Sumber: www.teslamotors.com, 2013

Gambar 2.4 Mobil Listrik Tesla

2. RENAULT

Produsen mobil listrik lainnya adalah Renault dengan variannya, Renault Twizy *Sport* F1. Mobil listrik asal Prancis ini memiliki mesin berdaya 97 HP dan mampu mencapai kecepatan hingga 53 mph (*mil per hour*). Renault Twizy *Sport* F1 memiliki keunggulan, yaitu menggunakan mesin Kinetic Energy Recovery System (KERS) seperti yang dipakai pada mobil F1.

3. NISSAN

Nissan mengklaim sebagai produsen mobil listrik pertama yang menjual kendaraan berpenumpang secara massal di dunia dengan variannya, Nissan LEAF. Penjualan Nissan LEAF di Jepang dan Amerika Serikat dimulai pada Desember 2010. Meskipun pada awal peluncurannya hanya mencakup beberapa kawasan dengan jumlah yang terbatas, hingga saat ini sudah terdapat lebih dari 87 ribu Nissan LEAF yang beroperasi di jalan raya. Nissan Leaf adalah mobil listrik paling laris yang bisa dioperasikan di jalan raya. Hingga April 2012 telah terjual sekitar 27.000 unit, dengan rincian 13.000 unit terjual di Jepang, 11.000 unit di A.S., dan 3.000 unit di Eropa.



Sumber: www.merdeka.com, 2013

Gambar 2.5 Mobil Listrik Renault



Sumber: www.dapurpacu.com, 2013

Gambar 2.6 Mobil Listrik Nissan

Nissan optimis bahwa masa depan kendaraan listrik akan sangat cerah. Hal ini dilandasi adanya keyakinan bahwa di masa depan isu polusi udara dan BBM akan sangat menonjol dan kendaraan listrik merupakan salah satu solusi jitu karena kendaraan listrik tidak menimbulkan polusi dan tidak membutuhkan BBM. Pada gelaran pameran otomotif Tokyo Motor Show 2013, Nissan memamerkan beberapa mobil listriknya, seperti Nissan Leaf, Nissan New Mobility

Concept, dan Nissan Blade Glider. Nissan terus melakukan ekspansi kendaraan listriknya dan akan mulai memasarkan kendaraan listrik komersial e-NV200 di Eropa dan Jepang pada pertengahan 2014.

4. MITSUBISHI

Produsen mobil asal Jepang ini telah memproduksi mobil listrik yang diberi nama i-MiEV dan telah dipasarkan secara massal di Jepang dan Eropa hingga 60.000 unit.

Pada gelaran acara Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (EBTKE) Conex 2013 di Jakarta Convention Center (JCC), Mitshubishi memamerkan mobil listrik andalannya tersebut. Mobil listrik i-MiEV dapat menempuh kecepatan maksimal 130 km/jam, dengan daya listrik 47 kW. Baterai yang digunakan adalah baterai jenis lithium-ion 330 V. Dalam kondisi penuh, mobil listrik i-MiEV mampu menempuh jarak sejauh 150 km. Sementara itu, waktu yang dibutuhkan untuk mengisi baterai sampai penuh adalah sekitar 7–8 jam. Untuk mendorong pemakaian mobil listrik, Pemerintah Jepang memberikan subsidi terhadap harga mobil listrik ini sehingga harga mobil listrik menjadi lebih terjangkau oleh masyarakatnya.



Sumber: www.mitsubishicars.com, 2013

Gambar 2.7 Mobil Listrik Mitsubishi

Mitsubishi i-MiEV merupakan mobil listrik terlaris kedua setelah Nissan Leaf. Mobil listrik i-MiEV telah terjual sebanyak 17.000 unit di seluruh dunia sampai Oktober 2011. Di Prancis i-MiEV dinamai Peugeot iOn dan di negara Eropa lain, dijual dengan nama Citroën C-ZERO.

5. TOYOTA

Pabrikan mobil ternama asal Jepang, Toyota, tengah menyiapkan mobil konsep masa depan yang diberi nama FT-EV II. Mobil listrik berbasis *city car* ini mengusung teknologi baterai baru dan desain radikal yang belum pernah ada sebelumnya. FT-EV II merupakan penyempurnaan evolusioner dari konsep FT-EV yang sudah ditampilkan di 2009 Detroit Auto Show. FT-EV II adalah cikal bakal *city car* bertenaga listrik masa depan.

City car mungil ini mampu menampung tiga orang dewasa dan satu orang anak. Sementara itu, motor listrik yang digunakan dapat menggerakkan mobil ini hingga kecepatan maksimal 100 km/jam dengan kemampuan jelajah mencapai 90 km. *City car* FT-EV II akan menggunakan baterai yang jauh lebih canggih dari lithium-ion. Seperti



Sumber: www.toyota.astra.co.id, 2013

Gambar 2.8 Mobil Listrik Toyota

diketahui bahwa saat ini lithium-ion adalah baterai terbaik yang ada di pasaran. Toyota sedang mengembangkan teknologi baterai yang memiliki kemampuan menyimpan energi hingga 10 kali lipat dibandingkan lithium-ion, namun berat dan dimensinya lebih kecil. Baterai ini diperkirakan bisa diaplikasikan secara massal di mobil listrik dan hibrid pada dekade mendatang.

6. KIA

KIA adalah salah satu produsen mobil asal Korea Selatan. Tidak mau kalah dengan para pesaingnya asal Jepang maupun negara lain, KIA akan meluncurkan mobil listrik berbasis KIA Soul dengan nama KIA Soul EV. Saat ini mobil listrik tersebut sedang menjalani serangkaian pengujian dan akan dijual ke berbagai negara di dunia mulai pertengahan 2014. “KIA Soul EV akan berada di garis depan KIA dalam program *“Clean Mobility”* untuk menyediakan transportasi ramah lingkungan kepada semua pelanggannya. KIA Soul EV akan menjadi model listrik pertama KIA yang dijual di luar Korea Selatan. Sementara KIA Soul EV sendiri merupakan model listrik kedua KIA setelah KIA Ray EV.



Sumber: www.dapurpacu.com, 2013

Gambar 2.9 Mobil Listrik KIA

KIA Soul EV dijejali dengan baterai lithium-ion 27 kWh dengan jarak tempuh sejauh 200 km dalam sekali pengisian dan berbekal motor listrik 109 HP yang diletakan di atas kedua roda depan dan dapat mencapai kecepatan maksimal 145 km/jam. Sama seperti mobil listrik umum lainnya, Soul EV dibekali sistem *regenerative braking*. Dalam keadaan kosong, dibutuhkan waktu sekitar 5 jam untuk mengisi baterai hingga penuh pada sumber listrik bertegangan 230–240 V. Namun, apabila menggunakan sistem pengisian cepat atau *fast charging*, hanya dibutuhkan waktu sekitar 25 menit saja.

7. HENG DEVELOPMENT COMPANY

Kamboja merupakan salah satu negara di Asia Tenggara yang tanpa disangka-sangka telah menelurkan mobil listrik pertamanya yang diberi nama Angkor EV 2013. Angkor EV 2013 merupakan karya lokal Kamboja yang diproduksi oleh Heng Development Company (HDC) dan memiliki desain yang futuristik dengan pintu model *scissor*.

Model pintu *scissor* atau pintu model gunting dipilih agar semakin menarik perhatian calon konsumen. Interior Angkor EV juga cukup futuristik di mana interiornya dilengkapi dengan layar sentuh untuk menjalankan berbagai perintah. Angkor EV memiliki kapasitas



Sumber: www.merdeka.com, 2013

Gambar 2.10 Mobil Listrik Angkor EV 2013

penumpang dua plus dua, dengan jarak tempuh maksimal sejauh 300 km untuk sekali pengisian baterai dengan kecepatan maksimalnya 60 km/jam. Mobil listrik seharga US\$10.000 atau setara Rp120 juta dirasa lebih murah dibandingkan mobil listrik Indonesia yang rencananya dibanderol sekitar Rp200 juta. Saat ini sebagian komponennya masih dipasok dari luar Kamboja, seperti Jerman, China, dan Jepang.

D. INDUSTRI MOBIL LISTRIK DUNIA YANG GAGAL

1. MOBIL LISTRIK APTERA

Perusahaan industri mobil listrik yang berbasis di California, Amerika Serikat ini pertama kali mengembangkan mobil listrik pada tahun 2005. Aptera merupakan mobil listrik beroda tiga dengan kabin yang bisa menampung dua penumpang. Mobil Listrik Aptera memiliki bentuk unik yang tidak dimiliki oleh mobil konvensional pada umumnya.

Salah satu mobil listrik keluaran Aptera adalah Aptera Type-1. Mobil listrik ini memiliki bobot 680 kg dan dapat menempuh jarak 193 km dalam sekali pengisian baterai dengan tegangan 110 V. Aptera Type-1 dibekali baterai lithium 10kW yang hanya membutuhkan waktu beberapa menit untuk pengisian daya baterai.

Model lain dari mobil listrik keluaran Aptera adalah Aptera 2e yang diklaim memiliki efisiensi yang lebih tinggi. Bobotnya hanya 816 kg atau 136 kg lebih ringan dari mobil mungil Smart Fortwo.

Namun dalam perjalanannya, bukanlah hal yang mudah bagi suatu industri mobil listrik Aptera untuk tetap eksis di percaturan industri otomotif Amerika Serikat. Aptera terpaksa harus menderita kebangkrutan. Menurut Reuters, penyebab utama jatuhnya kendaraan listrik Aptera ini diawali dengan gagalnya perusahaan dalam meningkatkan dana untuk menempelkan sistem “ultra-efisien” disaat berkendara. Padahal perusahaan Aptera telah menerima dana segar dari Departemen Energi AS melalui program pinjaman Advanced Technology Vehicle Manufacturing (ATVM) sebanyak US\$150 juta.

Namun sayang, perusahaan gagal untuk membujuk investasi swasta sebesar US\$80 juta.

Di Amerika, beberapa tahun lalu pasar mobil listrik sangat potensial dan banyak perusahaan mobil listrik baru yang mulai berdiri. Untuk produksi mobil listriknya, Aptera tidak pernah mengalami penundaan dan tidak pernah mengalami sistem *baloon payment*. Namun, saat ini terdapat keraguan bagi investor untuk menanamkan modal besar ke hampir semua investasi, termasuk untuk investasi di bidang otomotif. Itu yang membuat Aptera kesulitan menemukan investor.

Mobil listrik dengan sederet teknologi canggih seperti pintu model *flip-up* yang ditarik keatas, *smart key* nirkabel yang berfungsi sebagai sistem stater tanpa menggunakan kunci kontak ataupun tombol *start*, pilihan transmisi empat arah, serta tombol untuk mengubah kekuatan regenerasi rem yang dapat disesuaikan dari 0 sampai 100 persen terpaksa berhenti diproduksi. Saat ini Aptera sedang menggadaikan teknologinya kepada perusahaan-perusahaan otomotif untuk bisa menggunakan teknologi ini. Tentu ini pun telah mengubah rencana Aptera untuk dapat membuat satu pabrik yang mampu mempekerjakan 1.400 tenaga kerja.



Sumber: oto.detik.com, 2011

Gambar 2.11 Mobil Listrik Aptera

2. MOBIL LISTRIK ARTEGA

Selain Amerika, Eropa juga mengalami masalah ekonomi. Beberapa negara anggota Uni Eropa mulai terganggu ekonominya. Salah satu produsen mobil *sport* asal Jerman turut terkena imbasnya dan mengalami kebangkrutan. Perusahaan mobil *sport* tersebut adalah Artega. Artega merupakan merek mobil *sport* berskala kecil yang berbasis di Delbruck dan telah mengajukan kebangkrutannya. Artega memiliki dua produk: Artega GT yang merupakan mobil *sport* dengan 300 HP, dan Artega SE yang merupakan mobil *sport* listrik dengan kekuatan 380 HP.

Artega SE merupakan hasil pengembangan Artega GT mesin konvensional. Artega SE memiliki bobot 1.400 kg atau 100 kg lebih ringan dari Artega GT. Artega SE dibekali motor listrik yang dipasang pada poros roda belakang. Dengan bobot yang tidak terlalu berat, Artega SE bisa bergerak dari titik 0–100 km/jam dengan hitungan waktu 4,3 detik.

Artega SE dilengkapi dengan baterai lithium-ion polimer dengan tegangan 350 V. Berdasarkan uji coba New European Driving Cycle (NEDC) di Eropa, baterai ini bisa menjangkau jarak sejauh 200–300 km dengan sekali pengisian selama 90 detik.



Sumber: oto.detik.com, 2011

Gambar 2.12 Mobil Listrik Artega

Adapun penyebab bangkrutnya Artega adalah karena perusahaan ini tidak bisa mencari investor untuk menghidupi 34 karyawannya. Rencana penjualan perusahaan ke investor Asia pun gagal dilakukan pada menit-menit terakhir. Pengadilan di Jerman saat ini sedang menyelidiki hal tersebut dengan meneliti aset-aset yang dimiliki Artega sementara manajemen kembali berjuang untuk mendapatkan investor baru yang mau menanamkan modalnya di Artega.

Namun, yang unik mengenai Artega adalah hal ini bukan kali pertama kelangsungan hidup Artega menjadi tanda tanya. Pada tahun 2010 perusahaan Artega ini juga sempat ingin dibeli oleh investor Meksiko yang juga gagal di menit-menit terakhir.

3. MOBIL LISTRIK THINK

Jatuh bangun. Kata itulah yang pas untuk disematkan pada produsen mobil listrik Think. Setelah dua puluh tahun berkiprah di dunia industri otomotif global, perusahaan mobil listrik asal Norwegia sempat harus jatuh juga.

Sekitar awal 2011 produsen mobil listrik Think diketahui sempat kolaps dan sudah mengajukan proposal pailit ke pengadilan. Namun,



Sumber: oto.detik.com, 2011

Gambar 2.13 Mobil Listrik Think

pada akhir 2011 Think Global AS kembali bangkit setelah pebisnis asal Rusia, Boris G. Zingarevich, membangkitkan kembali perusahaan Norwegia itu setelah sebelumnya satu perusahaan Finlandia tak berhasil menghidupkan kembali Think Global. Sebagai investor utama, Zingarevich membawa serta perusahaan Amerika Serikat pembuat baterai litium-ion, Ener1.

Perusahaan Think Global AS akan berubah nama menjadi Electric Mobility Solutions AS dan tetap bermarkas di Norwegia serta tetap dengan rencana semula untuk meluncurkan Think *city car* yang merupakan mobil listrik mungil yang mampu berjalan sejauh 160 km hanya dengan sekali cas. Mobil ini menurut *Autocar* dijual di Inggris dengan harga 23 ribu pounds atau sekitar Rp318 juta. Kendaraan itu ditujukan untuk warga perkotaan. Rencananya kendaraan itu pertama kali akan dijual di New York lalu menyusul kota-kota lain di Amerika Serikat.

Think merupakan produsen mobil yang fokus pada pengembangan mobil listrik dan sudah lebih dari 2.500 mobil listrik dijual ke berbagai negara di Eropa dan Amerika. Think sedang berusaha menyambut tren mobil listrik dunia yang dipercaya akan datang tidak lama lagi.

E. PERKEMBANGAN INDUSTRI KENDARAAN LISTRIK DI INDONESIA

1. SEPEDA MOTOR LISTRIK INDONESIA

Jauh sebelum Menteri BUMN, Dahlan Iskan, meluncurkan program mobil listrik yang didanai oleh Kementerian BUMN, sebenarnya di Indonesia telah ada beberapa perusahaan yang bergerak dan menghasilkan kendaraan listrik khususnya sepeda motor listrik yang juga telah dipasarkan di Indonesia. Saat itu minat masyarakat terhadap sepeda motor listrik cukup besar karena harganya yang cukup terjangkau, modelnya trendi, dan tidak membutuhkan BBM.

Beberapa perusahaan tersebut adalah

1. Betrix

Betrix melakukan kerja sama dengan Jepang dan Taiwan. Betrix telah memproduksi beberapa macam sepeda motor listrik mulai tahun 2007 dengan menggunakan komponen dalam negeri serta komponen impor dari berbagai negara, seperti Jerman, Jepang, dan China. Sepeda motor listrik Betrix memiliki kecepatan maksimal sekitar 35 km/jam.

2. Yohanta

Sepeda motor listrik Yohanta diproduksi/dirakit di Surabaya mulai tahun 2005. Motor listrik yang digunakan adalah tipe *brushless* dengan daya 350 W 12 V. Jarak tempuh maksimal sepeda motor listrik Yohanta adalah sekitar 80 km dengan daya angkut maksimal 90 kg.

3. Trekko

Sepeda motor listrik Trekko diproduksi di daerah Yogyakarta. Salah satu model yaitu Falcon memiliki kecepatan maksimal 35 km/jam dengan jarak tempuh 50–60 km. Falcon menggunakan motor listrik *Hi-Tech TXBrushless* 350 W dan baterai *free maintenance* 48 V 14 Ah. Bobot kosong Falcon adalah 65 kg.

4. Wimcycle

Wimcycle sepeda motor listrik berjenis *electric scooter*. *Electric scooter* ini menggunakan motor listrik 800 W dan dapat dipacu dengan kecepatan maksimal hingga 50 km/jam dengan jarak tempuh maksimum 50 km.

5. E motto

Sepeda motor listrik merek E motto diproduksi di Cirebon. Model dan variasinya tidak kalah trendi dengan sepeda motor listrik lainnya. Bentuknya mirip skubek (skuter bebek). Mengendarai sepeda motor listrik E motto serasa mengendarai skubek yang saat ini tengah diminati masyarakat.



Sepeda motor listrik Betrix



Sepeda motor listrik Yohanta



Sepeda motor listrik Trekko



Sepeda motor listrik Wimcycle



Sepeda motor listrik E motto

Sumber: www.betrix.co.id, 2007; www.sepedalistrik.com; trekko.blogspot.com, 2008; www.wimcycle.com, 2009; www.emoto.e-friends.ws/, 2008

Gambar 2.14 Sepeda Motor Listrik Buatn Indonesia

2. MOBIL LISTRIK INDONESIA

Di Indonesia, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) melalui salah satu satuan kerjanya yaitu Pusat Penelitian Tenaga Listrik dan Mekatronik, telah melakukan penelitian mengenai mobil listrik sejak tahun 1997 di mana mesin sebuah mobil konvensional diganti dengan motor listrik. Penelitian mengenai mobil listrik ini telah menghasilkan desain produk dan beberapa prototipe. Pada tahun 2005, contoh produk mobil listrik hasil penelitian tersebut telah diserahkan oleh LIPI kepada Presiden Republik Indonesia, Susilo Bambang Yudoyono, di Istana Negara. Beberapa desain mobil listrik yang telah dihasilkan oleh LIPI di antaranya seperti yang terdapat pada Gambar 2.15.

Seiring perkembangannya, muncul berbagai permasalahan sehingga mobil listrik tersebut tidak dapat berkembang menjadi

skala industri nasional. Sebenarnya sudah ada beberapa pihak yang tertarik dengan mobil listrik hasil penelitian LIPI yang ditandai dengan adanya beberapa pesanan mobil listrik dari Kepolisian RI, rumah sakit, dan lainnya. Saat itu terdapat kendala untuk memenuhi pesanan mobil listrik tersebut, di mana tidak ada investor yang mau menanamkan modalnya untuk memproduksi mobil listrik. Hal inilah yang menyebabkan mobil listrik di Indonesia tidak dapat berkembang dan terkesan seperti mati suri.



Aplikasi untuk Rumah Sakit



Aplikasi untuk Lapangan Golf



Aplikasi untuk Dalam Kota

Sumber: Puslit Telimek, 2010

Gambar 2.15 Beberapa Prototipe Mobil Listrik Buatan Puslit Telimek LIPI

Bab 3

Kemampuan Dalam Negeri untuk Menunjang Industri Mobil Listrik Nasional

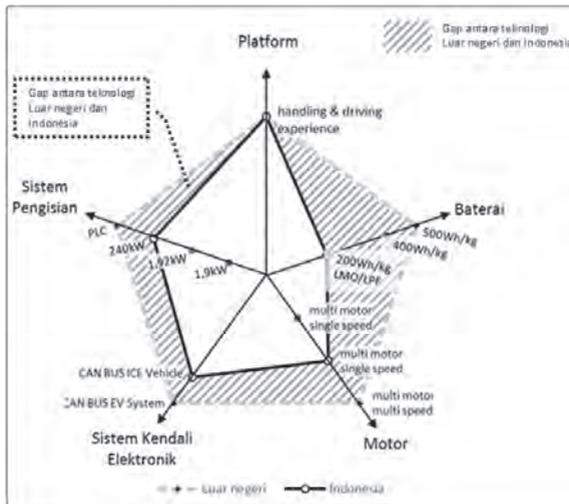
Selama ini dunia otomotif Indonesia sangat bergantung pada teknologi dari luar negeri. Indonesia hanya sebagai tempat produksi atau perakitan dan belum menjadi tempat penghasil atau pengembang teknologi sehingga masih besar ketergantungannya pada impor. Produsen pun enggan melakukan transfer teknologi karena tidak ada kebijakan industri mobil di Indonesia yang mengharuskannya. Oleh karena itu, Indonesia harus menguasai teknologi secara mandiri yang didukung oleh kebijakan pemerintah. Ini menjadi tantangan tersendiri bagi pengembangan inovasi teknologi bidang transportasi. Kebijakan untuk mendukung pengembangan riset perlu dikomunikasikan dengan kementerian terkait mengenai industri yang menerapkan atau menggunakan hasil-hasil riset yang diberikan pemotongan pajak.

Kementerian Riset dan Teknologi terus menjembatani gap antara hasil-hasil riset untuk dikembangkan di industri dengan membentuk konsorsium pada program insentif riset Sinas yang salah satunya terkait dengan bidang transportasi. Konsorsium tersebut terdiri atas peneliti dan industri nasional yang dijembatani dengan baik untuk melakukan kerja sama sehingga tahapan hasil riset diharapkan sampai pada tingkat produksi massal.

Fokus riset yang dilakukan harus berkaitan erat dengan teknologi kunci mobil listrik. Gambar 3.1 menunjukkan teknologi kunci mobil listrik yang disampaikan oleh Mario Rivaldi sebagai salah satu 'Putra Petir' tim mobil listrik Dahlan Iskan dalam pertemuan Seminar

Nasional Rekayasa Energi, Mekatronik, dan Teknologi Kendaraan (Rimtek) 2013 di Bandung.

Teknologi kunci mobil listrik terdiri atas lima komponen, antara lain *platform*, baterai, motor, sistem kendali elektronik, dan sistem pengisian. Anggaran riset yang besar untuk bidang kendaraan listrik tanpa menelaah teknologi kunci tersebut tidak akan memberikan hasil yang optimal. Garis jala bagian dalam menunjukkan tingkat atau level



Sumber: Rivaldi, 2012

Gambar 3.1 Teknologi Kunci Mobil Listrik

Tabel 3.1 Perbandingan Penguasaan Teknologi Kunci Mobil Listrik

TEKNOLOGI KUNCI	Luar Negeri	Dalam Negeri
<i>Platform</i>	<i>Handling & driving experience</i>	<i>Handling & driving experience</i>
Baterai	500Wh/kg	200Wh/kg
Motor	Multimotor, <i>Multispeed</i>	Multimotor, <i>Single speed</i>
Sistem Kendali Elektronik	CAN BUS EV System	CAN BUS ICE Vehicle
Sistem pengisian	240kW	1,92kW

yang telah dikuasai secara mandiri oleh bangsa ini, sedangkan garis jala bagian luar menunjukkan level yang ada di dunia dan yang ingin dicapai (Gambar 3.1).

Pada teknologi *platform*, kemampuan teknologi yang ada di dalam negeri dapat mengimbangi teknologi yang ada di luar negeri. Akan tetapi, kemampuan penguasaan teknologi baterai di dalam negeri dua level di bawah penguasaan luar negeri. Riset baterai dalam negeri saat ini baru mencapai 200 Wh/kg sehingga diharapkan peneliti Indonesia dapat melakukan kegiatan riset hingga 500 Wh/kg. Pada bagian motor listrik, Indonesia saat ini telah menguasai teknologi *multimotor-single speed*, sedangkan teknologi di luar negeri sudah mencapai *multimotor-multi speed*. Untuk komponen sistem kendali elektronik, Indonesia masih berada satu level di bawah teknologi yang ada di luar negeri. Teknologi sistem kendali elektronik di luar negeri saat ini adalah CAN BUS EV *System*, sedangkan penguasaan teknologi dalam negeri masih CAN BUS ICE *Vehicle*. Untuk sistem pengisian, Indonesia berada satu level di bawah penguasaan teknologi luar negeri. Target sistem pengisian diharapkan mencapai level 4, yaitu teknologi PLC dari capaian level 3 saat ini, 240 kW (Gambar 3.1 dan Tabel 3.1).

Saat ini beberapa instansi di Indonesia telah menghasilkan berbagai jenis prototipe mobil listrik walaupun masih pada tahap perakitan. Beberapa prototipe tersebut merupakan *retrofit* kendaraan konvensional menjadi mobil listrik dengan mengganti mesinnya menggunakan motor listrik dan menambahkan beberapa komponen elektrik. Beberapa komponen mobil listrik yang dapat dibuat sendiri antara lain *platform*/rangka/sasis, *bracket*/dudukan, bodi kendaraan, dan komponen pendukung lainnya. Bodi mobil listrik dapat menggunakan bahan komposit di mana Universitas Sebelas Maret (UNS) memiliki kompetensi pada bahan komposit berbasis serat alam dengan bahan dasar yang berasal dari dalam negeri. Komponen utama mobil listrik lainnya saat ini masih diimpor, seperti baterai, motor, sistem kendali elektronik, dan sistem pengisian. Penelitian komponen utama lainnya tersebut sedang dikerjakan bersama oleh

pihak universitas dan lembaga riset yang tergabung dalam Tim Mobil Listrik Nasional.

Tim Mobil Listrik Nasional didukung oleh beberapa perusahaan BUMN dan swasta. Salah satu perusahaan BUMN tersebut adalah PT Pindad yang memiliki kemampuan dalam membuat motor listrik jenis motor induksi (motor traksi). Guna memenuhi aplikasi mobil listrik, PT Pindad memfokuskan diri pada pembuatan motor listrik berjenis motor magnet permanen (*brushless DC motor*) dengan daya 25 kW.

Sementara itu, baterai Lithium akan diproduksi oleh NS Baterai (PT Nipress) dengan mengasembling cell Lithium yang pengadaannya saat ini masih didatangkan dari luar negeri. PT Len Industri akan berperan dalam menangani sistem propulsi dalam pengembangan kandungan lokal mobil listrik, seperti *electronic control unit* (ECU), *inverter*, *DC chopper*, *battery charger*, dan *battery management system* (BMS). Di sisi lain, PT DI berperan sebagai *integrator* mobil listrik dan *total development* skala industri untuk menghasilkan produk yang 99,9% *reliable*. Selain itu, terdapat pula lima pemuda ‘Putra Petir’ yang terdiri atas Dasep Ahmadi, Danet Suryatama, Ravi Desai, Mario Rivaldi, dan Ricky Elson yang masing-masing memiliki keahlian untuk mendukung pengembangan mobil listrik nasional.

Berdasarkan uraian di atas, Indonesia diharapkan meningkatkan kemampuan dalam penguasaan teknologi kunci mobil listrik. Peran serta untuk hal tersebut dapat melibatkan lembaga riset, perguruan tinggi, sektor swasta, dan BUMN. Berikut ini akan dijelaskan mengenai kemampuan dan peran serta SDM yang telah ada di Indonesia untuk mendukung industri mobil listrik nasional.

A. KEMAMPUAN DAN PERAN SERTA BUMN

Untuk mendukung program mobil listrik nasional, segala potensi yang dimiliki oleh bangsa ini perlu dilibatkan. Salah satunya adalah melalui Badan Usaha Milik Negara (BUMN). Ada beberapa perusahaan di BUMN yang dapat berperan dalam pengembangan industri mobil listrik nasional, antara lain PT PLN, PT Pindad, PT Dirgantara

Indonesia (PT DI), PT Industri Kereta Api (INKA), dan PT Len Industri.

Dalam rangka mendukung program mobil listrik nasional, PT PLN dapat menyiapkan *charger* atau alat isi ulang baterai mobil listrik untuk rumah tangga. Alat tersebut dapat dijual ke masyarakat dengan sistem prabayar di mana sistem pembayarannya seperti kartu debit, yaitu menggunakan *voucher* yang tinggal dimasukkan dan akan berkurang sesuai penggunaan. PT PLN diharapkan dapat memproduksi *charger* tersebut setelah mobil listrik sudah beredar dipasar. Untuk tahap selanjutnya, Stasiun Pengisian Listrik Umum (SPLU) di pinggir jalan dan di mal atau tempat parkir seperti halnya Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) dapat dibangun walaupun menurut Direktur Utama PT PLN, Nur Pamudji, sebesar 80% pengguna mobil listrik di Amerika Utara dan Eropa menyetrum mobilnya di rumah, bukan di SPLU.

Di sisi lain, saat ini PT Pindad telah mampu melakukan *retrofit* mobil jenis sedan *hatchback* (sedan kecil/*city car*) di mana kendaraan tersebut dimodifikasi menjadi mobil listrik dengan kapasitas penumpang 2 orang (Gambar 3.2). Berdasarkan instruksi dari Dahlan Iskan selaku menteri BUMN, PT Pindad diharapkan dapat berkontribusi sebagai pemasok salah satu komponen penting mobil listrik,



Sumber: Sasrawan, 2012

Gambar 3.2 Mobil Listrik 'PIEV' Buatan PT Pindad



Sumber: unicindonesia.blogspot.com, 2013

Gambar 3.3 Mobil Listrik ‘Gang Car’ Buatan PT DI

yaitu motor listrik yang khusus digunakan pada mobil listrik. Hal tersebut dilakukan karena adanya pertimbangan bahwa PT Pindad telah memiliki pengalaman dalam pembuatan motor dan generator. Motor listrik yang pernah dibuat adalah motor induksi (motor traksi) berdaya 85 kW dan telah digunakan pada KRL oleh PT KAI di mana teknologinya diadopsi dari Belanda.

Guna memenuhi aplikasi mobil listrik, PT Pindad difokuskan dalam pembuatan motor listrik berjenis motor magnet permanen yang tahapan pengembangannya bekerja sama dengan Kementerian Riset dan Teknologi (Kemristek). PT Pindad menargetkan efisiensi motor penggerak yang berjenis *brushless DC motor* ini sebesar 95% dengan berat motor sekitar 18 kilogram, daya 25 kW, tegangan 400 volt, dan putaran maksimal 500 rpm. Magnet yang digunakan adalah NdFeB 45H dan didukung oleh kelas isolasi F.

Peran serta juga telah dilakukan PT DI. Perusahaan ini telah membuat prototipe mobil listrik yang diberi nama “gang car” di mana mobil ini dirancang agar dapat melalui gang-gang di daerah tertentu secara lincah. Bentuk dari mobil listrik ini dapat dilihat pada

Gambar 3.3. Guna mendukung sinergi antarlembaga/instansi, PT DI siap berperan dalam menyiapkan standar desain dan industrialisasi.

Program mobil listrik nasional disambut oleh PT Len Industri dengan kesiapannya untuk menangani sistem propulsi dalam pengembangan kandungan lokal mobil listrik, seperti *electronic control unit* (ECU), *inverter*, *DC chopper*, *battery charger*, dan *battery management system* (BMS). Direktur Utama PT Len Industri, Wahyuddin Bagenda, mengatakan bahwa hal tersebut dapat dikerjakan oleh divisi produksi di mana organisasi divisi itu telah dipersiapkan sejak tiga tahun lalu. Pengembangan mobil listrik sejalan dengan PT Len yang sedang fokus dalam penguasaan teknologi *pulse width modulation* (PWM) menggunakan prosesor *digital signal processing* (DSP).

B. KEMAMPUAN DAN PERAN SERTA SEKTOR SWASTA

Program mobil listrik nasional perlu juga melibatkan pihak swasta karena nantinya pihak swasta yang akan terjun langsung menjalankan industrinya. Ada beberapa perusahaan swasta yang telah berkecimpung dalam pembuatan kendaraan listrik nasional dan telah menghasilkan beberapa prototipe.

1. PEMBUAT PROTOTIPE KENDARAAN LISTRIK (PUTRA PETIR)

Dahlan Iskan selaku menteri BUMN merekrut lima pemuda bangsa untuk bergabung dalam tim mobil listrik yang dipimpin langsung olehnya dalam rangka menyukseskan program mobil listrik nasional. Lima pemuda tersebut berjudul pandawa putra petir, yang terdiri atas Dasep Ahmadi, Danet Suryatama, Ravi Desai, Mario Rivaldi, dan Ricky Elson.

Putra petir yang pertama adalah Dasep Ahmadi (direktur PT Sarimas Ahmadi Pratama). Perusahaan yang dipimpin oleh Dasep Ahmadi merupakan produsen mobil listrik nasional yang produknya bernama Evina yang telah digunakan oleh Dahlan Iskan selaku men-

teri BUMN (Gambar 3.4). Produk tersebut menggunakan pendanaan yang berasal dari PT PLN dan merupakan instruksi langsung dari Menteri BUMN. Saat ini pihaknya telah menunggu hasil penyempurnaan tiga prototipe mobil listrik tipe *city car*, *executive MPV* (*Multi Purpose Vehicle*), dan *executive bus*. Ketiga tipe ini telah menjalani uji sertifikasi di Kementerian Perhubungan. Mobil yang paling siap diproduksi massal adalah tipe *executive bus* berkapasitas 17 penumpang dan akan diproduksi di pusat pengembangan di Depok, Jawa Barat. Untuk proses produksi ini sudah ada investor yang menjajaki untuk bekerja sama dengan perusahaan tersebut.

Putra petir kedua adalah Danet Suryatama (pendiri Elektrik Car LLC, Michigan, Amerika Serikat). Pemuda lulusan ITS dengan gelar doktor dari Michigan USA ini sudah lebih 10 tahun menjadi *engineer* di pabrik mobil AS. Danet Suryatama bersama bengkel pembuat bodi mobil “*Kupu-kupu Malam Auto Fashion*” membuat mobil listrik yang diberi nama “*Tucuxi*” atau “*si Lumba-lumba*” yang merupakan pesanan dari menteri BUMN, Dahlan Iskan. Mobil listrik hasil karya Danet Suryatama dapat dilihat pada Gambar 3.5.

Putra petir ketiga adalah Ravi Desai (Presiden Direktur PT Great Asia Link/PT GRAIN), seorang ahli konversi energi lulusan



Sumber: unicindonesia.blogspot.com, 2013

Gambar 3.4 Mobil Listrik Buatn PT Sarimas Ahmadi Pratama



Sumber: Yudhi, 2013

Gambar 3.5 Mobil Listrik Tucuxi

Gujarat. Ravi Desai berencana meluncurkan 100 unit mobil listrik dengan merek Elvi yang merupakan akronim dari *Electric Vehicle*. Empat merek Elvi sudah siap dipasarkan, yaitu Elvi Ravi untuk jenis *all purpose vehicle* (APV), Elvi Hevi untuk jenis *pick up*, serta Elvi Hivi dan Elvi Suvi untuk jenis mobil kota (*city car*).

Untuk mobil jenis APV, perusahaannya akan menjualnya dengan harga sekitar Rp130 juta, *pick up* dengan harga Rp75–80 juta, dan *city car* dengan harga sekitar Rp170 juta per unit. Perusahaan Ravi Desai ini bekerja sama dengan beberapa SMK di Jawa Timur untuk merekrut tenaga teknisi. Saat ini mobil listrik hasil karya Ravi Desai menggunakan kandungan lokal sebesar 40% dan beberapa komponen masih diimpor dari negara lain, seperti Korea Selatan dan Jepang. Kedepan ditargetkan kandungan lokal dapat naik hingga 50% dalam lima tahun mendatang.

PT GRAIN telah menginvestasikan dana hingga Rp100 miliar untuk merealisasikan fasilitas produksi mobil listrik nasional. Tahapan investasi akan terus bertambah dan ditingkatkan seiring perkembangan pasar (Kementerian Perindustrian, 2013). Gambar 3.6 menunjukkan produk mobil listrik yang dihasilkan oleh PT GRAIN.

Berbeda dengan putra petir sebelumnya, putra petir yang keempat, Mario Rivaldi (Presiden Direktur PT Betrix Indonesia), adalah seorang pembuat sepeda motor listrik. Sesudah menyelesaikan pendidikan di ITB, Mario Rivaldi melanjutkan pendidikan di bidang teknologi di Manchester, Inggris dan meraih ranking satu di departemennya. Produk-produk yang telah dihasilkan oleh PT Betrix Indonesia dapat dilihat pada Gambar 3.7. Sepeda motor listrik ini mampu menempuh perjalanan hingga 200 km untuk sekali setrum atau cas.



Sumber: www.grain.co.id, 2012

Gambar 3.6 Mobil Listrik Buatan PT Great Asia Link



Sumber: www.beritadulu.com, 2013

Gambar 3.7 Sepeda Motor Listrik
Buatan Mario Rivaldi



Sumber: www.merdeka.com, 2013

Gambar 3.8 Mobil Listrik Buatan Ricky Elson

Putra petir terakhir adalah Ricky Elson yang merupakan seorang teknokrat Indonesia ahli dalam teknologi motor penggerak listrik. Ia menempuh pendidikan di Jepang dan juga bekerja di sana. Selama 14 tahun di Jepang, Ricky telah menemukan belasan teknologi motor penggerak listrik yang sudah dipatenkan oleh Pemerintah Jepang. Di bawah dukungan Menteri BUMN, Ricky telah menghasilkan dua buah prototipe mobil listrik yang diberi nama Selo dan Gendhis. Kedua mobil listrik tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.8.

2. INDUSTRI PEMBUAT BATERAI

Salah satu komponen utama dari mobil listrik yang saat ini menjadi perhatian adalah baterai. Industri swasta nasional yang bergerak dalam bidang baterai dan dapat berperan dalam program mobil listrik nasional adalah PT Nipress. Perusahaan ini merupakan perusahaan

pembuat baterai bermerek NS Baterai yang berlokasi di Cileungsi, Jawa Barat. Tahun 1973 PT Nipress Tbk memulai produksi komponen lempeng positif dan negatif untuk baterai mobil. Tahun 2012, PT Nipress menguasai market *share* 30% untuk baterai mobil dan sepeda motor domestik dengan merek NS. Selain itu, PT Nipress juga menguasai market *share* 50% untuk baterai *Base Transceiver Station* (BTS) seluler dengan merek NS. Perusahaan ini juga berpengalaman dalam mengembangkan baterai untuk kebutuhan khusus kendaraan tempur seperti tank, kapal selam, dan peluru kendali. Riset dan pengembangan produk ini bekerja sama dengan Markas Besar TNI.

Saat ini PT Nipress sedang mengembangkan baterai lithium yang ditujukan untuk digunakan pada mobil listrik. Kesiapan industri baterai lithium dimulai pada 2013 dengan merakit sel lithium yang komponennya masih didatangkan dari luar negeri. Pada *road map* PT Nipress sebenarnya baru pada tahun 2016 akan bermain ke baterai lithium, namun karena permintaan menteri BUMN maka rencana tersebut dipercepat. Dengan kemampuan tersebut, PT Nipress dilibatkan menjadi salah satu anggota konsorsium penyokong industri mobil listrik nasional untuk penyedia baterai lithium.

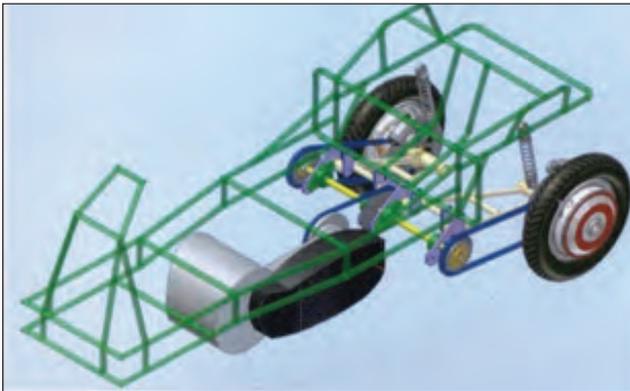
PT Nipress telah mempublikasi seluruh proses pembuatan, pengujian, laboratorium, dan standardisasi terkait baterai lithium. Sistem modulnya terbagi atas modul untuk bus listrik, modul untuk mobil listrik jenis MPV, modul untuk *city car*, dan modul untuk mobil *sport*. Modul itu ditentukan berdasarkan kesepakatan dan hasil diskusi ilmiah, salah satunya oleh Bambang Prihandoko dari LIPI yang merupakan ahli baterai di Indonesia (Putra, 2013). Penggunaan baterai lithium untuk mobil listrik dapat memaksimalkan ukuran dan berat kendaraan. Untuk daya yang sama dibandingkan baterai biasa, baterai ini berukuran 30% lebih kecil. Beratnya pun hanya sepertiga baterai biasa dan proses mengencasnya juga lebih cepat.

C. KEMAMPUAN DAN PERAN SERTA PERGURUAN TINGGI

Untuk mendukung program mobil listrik nasional, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan membentuk Tim Mobil Listrik Nasional (Molina) yang terdiri atas beberapa perguruan tinggi dan lembaga penelitian seperti Universitas Indonesia, Institut Teknologi Bandung, Universitas Gadjah Mada, Universitas Sebelas Maret, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, dan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Berikut ini adalah peran serta dan kemampuan perguruan tinggi yang telah berhasil menghasilkan prototipe mobil listrik.

1. UNIVERSITAS INDONESIA

Universitas Indonesia melalui Jurusan Teknik Mesinnya telah membuat prototipe *Small Hybrid Electric Vehicle* (SHEV). Kendaraan hibrid tersebut menggunakan sistem hibrid tipe seri paralel dan dapat dikendarai oleh satu orang. Desain dan prototipe SHEV seperti pada Gambar 3.9 dan Gambar 3.10, sedangkan spesifikasi SHEV terlihat seperti pada Tabel 3.2.



Sumber: Universitas Indonesia, 2012

Gambar 3.9 Model 3D Prototipe Kendaraan Hibrid



Sumber: Universitas Indonesia, 2012

Gambar 3.10 Prototipe SHEV

Tabel 3.2. Spesifikasi SHEV

Spesifikasi Umum	
Berat kosong	183 kg
Dimensi (p x l x t)	2000 mm x 950 mm x 960 mm
Jarak sumbu roda	1750 mm
Sistem penyimpanan energi	4 Leaded Acid Battery @ 12V/32Ah
Kecepatan maksimum	60 km/h
Konsumsi bahan bakar <i>city driving</i> (hasil pengujian)	42,2 km/liter
Sistem Penggerak Motor Bakar	
Tipe & Volume	4 Langkah SOHC, 113,7 cc
Sistem transmisi	Continuous Variable Transmission
Daya maksimum	6,54 kW/8000 rpm
Sistem Penggerak Motor Listrik	
Tipe	DC Brushless
Daya	2 x 0,5 kW / 48 VDC
Putaran maksimum	527 rpm



Sumber: Universitas Indonesia, 2012

Gambar 3.11 Mobil Listrik Rancangan Universitas Indonesia

Selain membuat prototipe *Small Hybrid Electric Vehicle*, Universitas Indonesia juga telah mendesain mobil listrik nasional. UI memilih konsep untuk mengembangkan mobil listrik tipe *city car*. Pemilihan tipe ini berdasarkan keinginan dan kemampuan UI dalam mengembangkan mobil listrik tipe *city car* tersebut. Kemampuan pengembangan mobil listrik tipe *city car* menurut UI akan berpeluang besar dan *Break Even Point* (BEP)-nya akan mudah terlampaui. Desain mobil listrik nasional hasil karya Universitas Indonesia dapat dilihat pada Gambar 3.11 dengan spesifikasi seperti pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Spesifikasi Mobil Listrik Nasional Desain Universitas Indonesia

Dimensi (PxLxT)	3570 mm x 1670 mm x 1500 mm
Wheelbase	2350 mm
Target weight	1000 mm
Ban	14 inch
Kapasitas baterai	15 kWh
Range per hari	120 km
Jumlah pintu	Lima
Roda penggerak	Front wheel drive
Power steering	Electric power steering
Sistem pengereman	Electric assisted booster brake
Asesoris	Air conditioner

2. INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

Institut Teknologi Bandung (ITB) telah membuat prototipe mobil listrik yang diberi nama “Si Jalak” (Gambar 3.12) dan desain Molina yang diberi nama iVe Aru (Gambar 3.13). Prototipe mobil listrik hasil karya ITB ‘Si Jalak’ didesain dengan bak terbuka di belakangnya sehingga dapat digunakan sebagai angkutan barang di perkotaan.

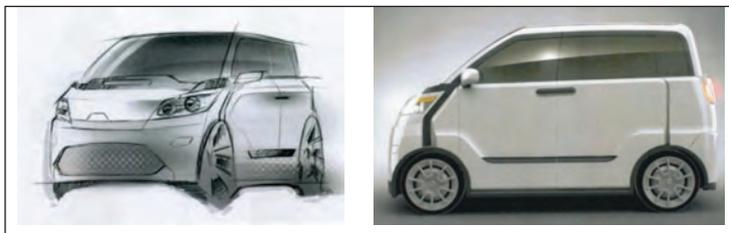
3. UNIVERSITAS GADJAH MADA

Universitas Gajah Mada (UGM) telah melakukan penelitian tentang mobil listrik sejak tahun 2010 yang berawal dari penelitian sepeda listrik kampus. Tahun 2011 UGM telah berhasil membuat prototipe mobil listrik berpenumpang 6 orang yang diberi nama eSemar. Mobil listrik eSemar menggunakan motor penggerak BLDC 3 phase AC motor, 48 volt; dan *deep cycle accu storage system*. 30% komponen mobil listrik tersebut disuplai dari dalam negeri dan 100% didesain sendiri oleh UGM (Gambar 3.14).



Sumber: Institut Teknologi Bandung, 2012

Gambar 3.12 Prototipe Mobil Listrik ITB 'Si Jalak'



Sumber: Institut Teknologi Bandung, 2012

Gambar 3.13 Desain Molina iVe Aru

Pada tahun 2011, UGM juga menghasilkan prototipe mobil listrik Generasi 2.2 dan 2.3. Mobil listrik ini 100% didesain oleh UGM dan memiliki spesifikasi 4 orang penumpang. Mobil listrik jenis ini menggunakan motor penggerak BLDC 3 phase AC motor, 48 volt; *deep cycle accu storage system*; dan 50% komponen lokal untuk sasis, bodi, kontroler, dan *inverter*. Prototipe mobil listrik Generasi 2.2 dan 2.3 hasil karya UGM terlihat pada Gambar 3.15



Sumber: Universitas Gadjah Mada, 2012

Gambar 3.14 Prototipe Mobil Listrik Generasi 2.1



Sumber: Universitas Gadjah Mada, 2012

Gambar 3.15 Prototipe Mobil Listrik Generasi 2.2 dan 2.3

Pada tahun 2012, UGM telah membuat prototipe mobil hibrid dengan menggabungkan antara energi solar cell dan mesin LPG. Spesifikasi mobil hibrid hasil karya UGM antara lain berpenumpang 8 orang; motor penggerak menggunakan BLDC 3 phase AC motor, 48 volt; *power* utama adalah motor listrik; menggunakan *deep cycle accu storage system*; *power* tambahan dari solar cell dan LPG engine; 100%

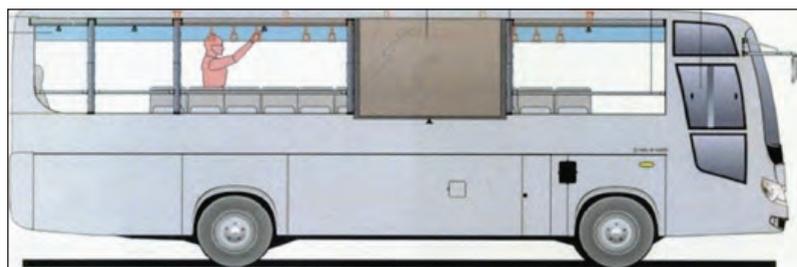
didesain oleh UGM; menggunakan 70% komponen lokal untuk sasis, bodi, kontroler, dan *inverter*; *smart charging system*; dan *converter kit* LPG. Model mobil hibrid hasil karya UGM terlihat seperti pada Gambar 3.16.

Pada tahun 2013 UGM berencana membuat prototipe bus listrik hibrid yang berkapasitas 22 penumpang. Bus listrik hibrid tersebut memiliki spesifikasi motor induksi AC 50 HP, 380 V; *power* utama dari motor listrik; penyimpanan energi menggunakan *deep cycle accu storage system*; *power* tambahan dari CNG atau LPG *dedicated engine*; 100% didesain oleh UGM; menggunakan 70% komponen lokal (Gambar 3.17).



Sumber: Universitas Gadjah Mada, 2012

Gambar 3.16 Model Mobil Hibrid Generasi 2.4



Sumber: Universitas Gadjah Mada, 2012

Gambar 3.17 Disain Bus Listrik Hibrid Generasi 2.5

Pada tahun 2014 rencananya UGM akan membuat prototipe *trolley bus* yang berkapasitas 22 penumpang. Spesifikasi *trolley bus* tersebut adalah menggunakan motor induksi AC, 380 volt; *current collector*; *telescopic guidance system*; *power* utama adalah motor listrik, *power* tambahan dari CNG *dedicated*; 100% didesain oleh UGM; menggunakan 70% komponen lokal. *Trolley bus* yang ada di luar negeri saat ini ditunjukkan pada Gambar 3.18.

Pada program mobil listrik nasional, UGM juga telah membuat desain Molina tipe *city car*. Berikut adalah beberapa gambar desain (Gambar 3.19) dan spesifikasi Molina hasil karya UGM (Tabel 3.4).



Sumber: Universitas Gadjah Mada, 2012

Gambar 3.18 *Trolley Bus*



Sumber: Universitas Gadjah Mada, 2012

Gambar 3.19 Desain GAMA EV

Tabel 3.4 Spesifikasi Molina Hasil Karya UGM

Battery System	
Tipe	Sistem isi ulang energi terdiri atas beberapa modul
Ukuran	5.5z ft-T-shaped, glass-filled polyster structural composite dengan aluminium thermal radiation shield and steel
Massa (lb/kg)	435/198.1
Jenis batere	Li-ion
Sistem thermal	Liquid active thermal control
Sel	288 prismatic
Gabungan listrik/jarak tempuh	130 km
Energi	16 kWh
Electric Drive	
Tipe	Electric, two-wheel, front-drive
Motor	Drive motor, 111 kW, generator motor, 54 kW
Transaxle	Voltec electric drive system
Daya (kW/hp)	111/149
Torsi (lb-ft/Nm)	273/368
Wheels/Tires	
Ukuran ban dan tipe	17 x 17-in. lightweight, forged, painted aluminums alloy; five-lug (std.) 17 x 17-in. lightweight, forged, polished aluminums alloy; five-lug (opt.)
Ban	Goodyear Fuel Max P215/55R/17 low-rolling resistance BSW; all-season

4. UNIVERSITAS SEBELAS MARET

Universitas Sebelas Maret (UNS) sebagai salah satu perguruan tinggi yang terlibat pada program mobil listrik nasional yang berada di bawah koordinasi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan telah melakukan penelitian mobil listrik sejak 2009. Mobil listrik nasional buatan UNS diberi nama Molina. Selain mobil listrik, UNS juga telah membuat mobil hibrid, yaitu mobil dengan perpaduan motor listrik

dan mesin bakar sebagai penggeraknya. Program mobil listrik di UNS didukung penuh oleh sivitasnya mulai dari profesor sampai tenaga teknisi dan administrasi.

Kompetensi utama UNS pada mobil listrik adalah pada bodi komposit di mana UNS memiliki kemampuan dalam pembuatan bodi mobil listrik dengan bahan komposit berbasis serat alam atau natural yang memiliki kelebihan, yaitu kekuatannya yang baik serta bobotnya ringan dengan bahan dasar yang berasal dari dalam negeri. Saat ini UNS belum memiliki laboratorium atau sarana pengujian mobil listrik dan komponennya. Untuk pengujian mesin konvensional atau motor bakar, UNS memilikinya, tetapi belum difungsikan secara optimal. Kedepannya UNS akan menyiapkan alat uji kendaraan *dyno test* untuk kendaraan roda 4.

Selain bodi mobil listrik berbahan komposit, UNS akan melakukan penelitian motor listrik dan berencana mengembangkan pendingin ruangan (*air conditioning/ AC*) dengan motor DC pada kompresornya. UNS juga sedang mengembangkan sistem kontrol *smart intelegent* di mana dengan sistem ini konsumsi energi dapat dihemat sebesar 10%. Dari Tim Molina (UI, UGM, ITB, UNS, dan ITS), tim dari UNS ini fokus pada pembuatan motor listrik dan baterai secara mandiri.

Prototipe mobil listrik yang telah dihasilkan oleh UNS adalah prototipe SemarT Ecocity Generasi I dengan spesifikasi dan gambar seperti pada Tabel 3.5 dan Gambar 3.20.



Sumber: Universitas Sebelas Maret, 2012

Gambar 3.20 Prototipe SemarT Ecocity Generasi I

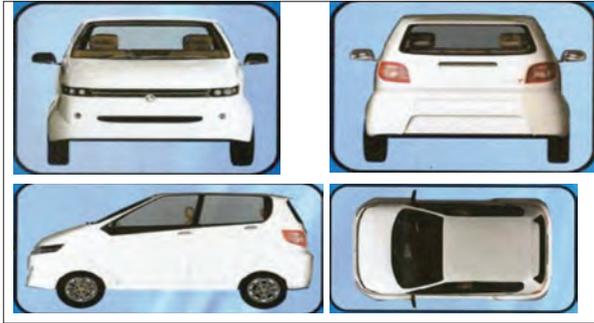
Setelah menghasilkan mobil listrik generasi pertama, UNS juga membuat prototipe SemarT Ecocity Generasi II (Gambar 3.21) dengan spesifikasi seperti yang terdapat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.5 Spesifikasi SemarT Ecocity Generasi I

Panjang	3600 mm
Lebar	1750 mm
Tinggi	1600 mm
Ground clearance	200 mm
Wheel base	2300 mm
Wheel track	1350 mm
Material body	Komposit
Penggerak	Motor DC 3 HP
Baterai	basah 36V 120A
Waktu charging	4 jam
Jarak tempuh	60 km
Kecepatan maksimum	40 km/jam

Tabel 3.6 Spesifikasi SemarT Ecocity Generasi II

Tinggi	1500 mm
Panjang	3000 mm
Lebar	1700 mm
Ground clearance	200 mm
Wheel base	1900 mm
Wheel track	1300 mm
Motor	DC brushless 20 kW
Baterai	LiFe PO4 (Lithium Ion) 24 V 100 A
Waktu pengisian	4 jam
Jarak tempuh	100 km
Kecepatan maksimal	70 km/jam



Sumber: Universitas Sebelas Maret, 2012

Gambar 3.21 Desain SemarT Ecocity Generasi II

5. INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

Sebagai salah satu dari lima perguruan tinggi yang tergabung dalam tim mobil listrik nasional, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) telah membuat mobil listrik tipe *city car*. Mobil listrik hasil karya ITS dapat dilihat pada Gambar 3.22 dengan spesifikasi seperti pada Tabel 3.7.

Selain mobil listrik tipe *city car*, ITS juga membuat prototipe kendaraan yang diberi nama *e-Gang Car*, yaitu kendaraan yang ditu-



Sumber: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2012

Gambar 3.22 Prototipe *City Car* Hasil Karya ITS

Tabel 3.7 Spesifikasi Mobil Listrik Hasil Karya ITS

Tipe kendaraan	<i>Hatchback based on city car</i>
Kapasitas penumpang	4 orang
Motor	BLDC Motor with Peak Power 20 kW
Baterai	12Ah cell
Cycle life	≥ 2000 cycle
Max continuous discharge current	36A (3C)
Peak discharge current (15S)	60A (5C)
Max charge current	24A (2C)
Weight	310g
Size	18,0 x 65 x 133 mm
Kecepatan maksimum	120 km/jam
Jarak tempuh maksimal	150 km
Waktu akselerasi	14,1 detik
Special features	Sound system, GPS tracker, Control display based on android technology

jukan untuk transportasi lintas gang di perkotaan sebagai solusi kemacetan, mendukung agrobisnis sebagai pengangkut hasil pertanian dan pupuk, dan sebagai sarana transportasi berniaga (jasa antargalon, LPG, susu, *delivery*, dan lainnya). Berikut adalah gambar prototipe (Gambar 3.23) dan spesifikasi kendaraan e-Gang Car (Tabel 3.8).

D. KEMAMPUAN DAN PERAN SERTA LEMBAGA RISET

1. LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA (LIPI)

LIPI melakukan penelitian mobil listrik sejak 1997. Pada tahun tersebut telah dibuat prototipe mobil listrik untuk keperluan khusus, seperti mobil golf, mobil patroli, mobil *intern* rumah sakit, dan lainnya. Penelitian mobil listrik dikembangkan LIPI di Pusat Penelitian Tenaga Listrik dan Mekatronik.

Tabel 3.8 Spesifikasi e-Gang Car

Motor	Brushless motor DC 20 kW
Voltage	48V
Peak power	20kW
Rate power	10kW
Weight	17 kgs
Efisienci	91%
Speed	3000–6000 rpm
Rate torque	26,39 N.m
Cooling	Self cooling system with air
Dimensi bak	
Panjang	1200 mm
Lebar	1200 mm
Tinggi	300 mm
Kapasitas	500 kg
Controller	HPC 500H series control
Voltage	48V (~ 60V)
Rate current (max)	500A
Weight	2,9 kgs
Features	programmable via USB port, fuse breaker, regen braking, temperature sensing
General Spec	
Speed max	100 km/jam
Daya jelajah	70 km / full charge
Track width	1160 mm
Wheel base	1800 mm
Seat	2
Roda penggerak	Rear axle drive
Body	Fiber glass
System pengereman	drum brake system
Final ratio tranmission	2,4 (fixed ratio)



Sumber: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2012

Gambar 3.23 Prorotipe e-Gang Car



Sumber: Puslit Telimek, 2012

Gambar 3.24 Minibus Listrik Hasil *Retrofit*

Hasil penelitian LIPI dari tahun 2005 sampai tahun 2013 antara lain adalah *retrofit* mobil konvensional menjadi mobil listrik (minibus listrik dan sedan listrik), mobil listrik hibrid tipe *city car*, bus mikro listrik, dan mobil *meeting* eksekutif listrik. Mobil listrik hasil karya LIPI terdapat pada Gambar 3.24–3.30 dengan spesifikasinya pada Tabel 3.9–3.15.

Pada 2009 LIPI melakukan *retrofit* mobil konvensional menjadi mobil listrik dengan mengganti mesin mobil konvensional tersebut

dengan motor listrik dan menambahkan beberapa komponen elektrik seperti kontrol kecepatan, baterai, dan sistem pengisian baterai. Minibus listrik hasil *retrofit* seperti yang terdapat pada Gambar 3.24 mempertahankan bodi luar dan dalam kendaraan.

Tabel 3.9 Spesifikasi Mobil Minibus Listrik

Motor	3-Phase induction motor
Nominal voltage	96 VDC
Peak power	52 HP
Peak torque	156 Nm
Max. speed	6500 rpm
Controller	280-380VDC / 600A
Battery pack	SLA battery–deep cycle, 96V / 235Ah
Charger	220VAC input voltage, 96VDC / 25A output
Performance	120 km/h, 75 km/charge

Tabel 3.10 Spesifikasi Sedan Timor Listrik

Motor type	AC induction motor
Nominal voltage	108 VDC
Peak power	62 HP
Peak torque	156 Nm
Max. speed	6500 rpm
Controller	108 VAC / 550A
Battery pack	Lithium battery (LiFe PO4) 108VDC / 200Ah
Charger	Input 220VAC, output 108 VDC / 52 A
Performance	140 km/h, 150 km/charge

Hampir sama dengan minibus Kijang yang di-*retrofit* menjadi mobil listrik, LIPI juga melakukan *retrofit* sedan Timor menjadi mobil listrik dengan mengubah sistem penggerakannya. Sedan Timor yang awalnya menggunakan mesin konvensional sebagai penggeraknya diubah menjadi motor listrik sebagai penggerakannya. Sedan Timor listrik *retrofit* memiliki tampilan bodi luar dan dalam kendaraan yang berbeda dengan aslinya, namun masih mempertahankan ciri khas sedan Timor, yaitu lampu depan dan belakang serta setir kemudi. Desain bodi luar dan interior sedan Timor listrik menyesuaikan tampilan sedan yang sedang trendi saat ini. Gambar dan spesifikasi *retrofit* sedan Timor listrik terdapat pada Gambar 3.25 dan Tabel 3.10.

LIPI terus mengembangkan mobil listrik dengan melakukan penelitian mobil listrik hibrid atau lebih dikenal dengan nama mobil hibrid. Mobil hibrid adalah mobil listrik dengan penambahan generator yang berfungsi untuk mengisi baterai saat daya baterai mulai berkurang mencapai batas bawah. Mobil hibrid hasil karya LIPI (Gambar 3.26) memiliki perpaduan teknologi mobil listrik dengan teknologi mobil hibrid seri.

Beberapa tahun sebelum mobil listrik *sport* Dahlan Iskan muncul dan dikenal oleh masyarakat luas, pada tahun 2010 LIPI telah berkolaborasi dengan PT Signal Kostum Build untuk membuat prototipe sedan *sport* yang diberi nama SKEV1. Mobil listrik hasil kerja sama LIPI dan Signal Kostum Build ini telah berhasil memenangkan beberapa kontes otomotif yang diselenggarakan di



Sumber: Puslit Telimek, 2012

Gambar 3.25. Sedan Timor Listrik Hasil Retrofit

Indonesia. Prototipe dan spesifikasi Sedan *Sport* SKEV1 terdapat pada Gambar 3.27 dan Tabel 3.12.

Pada tahun berikutnya yaitu tahun 2011, LIPI kembali melakukan kerja sama dengan PT Signal Kostum Built untuk membuat prototipe sedan *sport* lainnya dan diberi nama SV-1. Prototipe dan spesifikasi Sedan *Sport* SV-1 ditampilkan pada Gambar 3.28 dan Tabel 3.13.



Sumber: Puslit Telimek, 2012

Gambar 3.26 Mobil Listrik Hibrid Karya LIPI

Tabel 3.11 Spesifikasi Mobil Listrik Hibrid

Motor	3-Phase induction motor
Nominal voltage	72 VDC
Peak power	43 HP
Peak torque	156 Nm
Max. speed	7500 rpm
Controller	72VDC / 550A
Battery pack	Lithium battery (LiFePO ₄), 72V / 200Ah
Charger	220VAC input voltage, 72VDC / 40A output
Engine	160 cc/Gasoline
Generator	1-Phase AC 2,2kVA
Performance	80 km/h

Tabel 3.12 Spesifikasi Sedan *Sport SKEV1*

Motor 3-Phase induction motor	AC induction motor
Nominal voltage	96 VDC
Peak power	52 HP
Peak torque	156 Nm
Max. speed	6500 rpm
Controller	96VDC / 550A
Battery pack	Lithium battery (LiFePO4), 96V / 200Ah
Charger	220VAC input voltage, 96VDC / 42A output
Performance	160 km/h



Sumber: Puslit Telimek, 2012

Gambar 3.27 Prototipe Sedan *Sport SKEV1*



Sumber: Puslit Telimek, 2012

Gambar 3.28 Sedan *Sport SV-1*

Pada tahun 2011, LIPI mendapat dana dari Kementerian Riset dan Teknologi untuk membuat prototipe bus mikro listrik. Bus mikro listrik dengan kapasitas 15 orang penumpang ini dapat digunakan se-

Tabel 3.13 Spesifikasi Sedan *Sport SV-1*

Motor	DC series motor
Nominal voltage	144 VDC
Peak power	100 HP
Peak torque	195 Nm
Max. speed	6000 rpm
Controller	280-380VDC / 600A
Battery pack	Lithium battery (LiFePO4), 144V / 160Ah
Charger	220VAC input voltage, 144VDC / 42A output
Performance	160 km/h, 150 km/charge



Sumber: Puslit Telimek, 2012

Gambar 3.29 Bus MikroListrik

bagai angkutan umum perkotaan maupun untuk angkutan karyawan. Prototipe dan spesifikasi bus mikro listrik hasil karya LIPI tersebut terdapat pada Gambar 3.29 dan Tabel 3.14.

Pada tahun 2012 dan 2013 LIPI juga telah menghasilkan mobil listrik lainnya, yaitu mobil *meeting* eksekutif listrik. Mobil listrik ini didesain khusus untuk dapat digunakan oleh Kepala LIPI untuk menyelenggarakan rapat selama dalam perjalanan dinas karena interior kendaraan listrik tersebut didesain seperti layaknya sebuah ruang rapat. Prototipe dan spesifikasi mobil *meeting* eksekutif listrik hasil karya LIPI tersebut tertera pada Gambar 3.30 dan Tabel 3.15.

Tabel 3.14 Spesifikasi Bus Mikro Listrik (Puslit Telimek, 2012)

Motor	Brushless DC motor
Nominal voltage	320 VDC
Peak power	147 HP
Peak torque	300 Nm
Max. speed	5000 rpm
Controller	280–380VDC / 600A
Battery pack	Lithium battery (LiFePO ₄), 320V / 160Ah
Charger	220VAC input voltage, 320VDC / 24A output
Performance	100 km/h, 150 km/charge
Seating capacity	15 seats

Tabel 3.15 Spesifikasi Mobil *Meeting* Eksekutif Listrik (Puslit Telimek, 2013)

Motor type	Brushless DC motor
Nominal voltage	320 VDC
Peak power	147 HP
Peak torque	300 Nm
Max. speed	5000 rpm
Controller	280–380VDC / 600A
Battery pack	Lithium battery (LiFePO ₄), 320VDC / 200 Ah
Charger	input 220VAC, output 320VDC / 24A
Performance	100 km/h, 150 km/charge

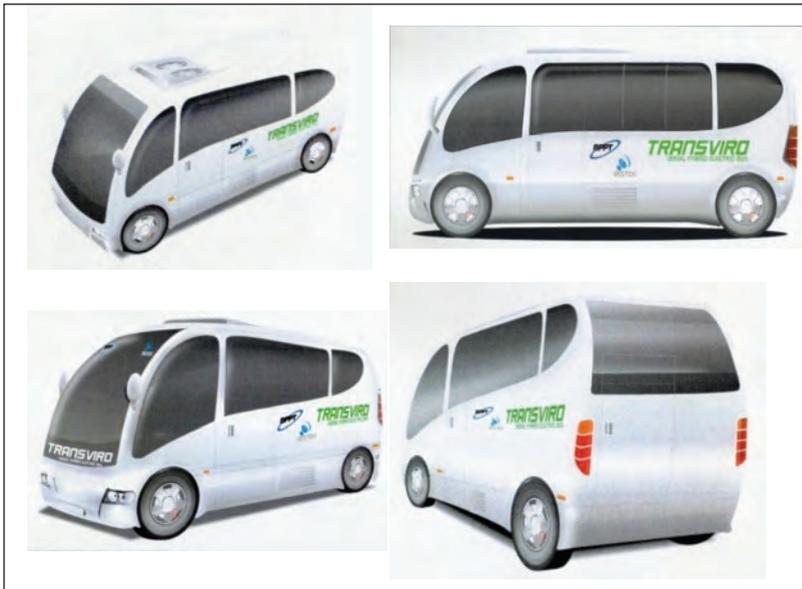


Sumber: Puslit Telimek, 2012

Gambar 3.30 Mobil *Meeting* Eksekutif Listrik

2. BADAN PENGKAJIAN DAN PENERAPAN TEKNOLOGI (BPPT)

BPPT sebagai salah satu lembaga riset yang terlibat dalam program mobil listrik nasional juga telah mendesain bus mikro hibrid yang diberi nama TransViro. Tenaga hibrid yang digunakan pada bus mikro tersebut adalah mesin listrik yang dipadukan dengan mesin konvensional berbahan bakar minyak (diesel/bio-diesel). Desain bus mikro hibrid hasil karya BPPT dapat dilihat pada Gambar 3.31. Selanjutnya, perbedaan spesifikasi mobil listrik yang telah dihasilkan oleh bangsa Indonesia dibuat dalam bentuk tabel seperti yang terdapat pada Tabel 3.16.



Sumber: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, 2012

Gambar 3.31 TransViro Prototipe II

Tabel 3.16 Perbandingan Spesifikasi Mobil Listrik Hasil Karya Bangsa Indonesia

Pembuat	PT PINDAD	PT DI	Dasep Ahmadi
Model			
	Sedan Hatch Back- PIEV	Mobil Listrik Kecil-Gang Car	Compact MPV-Evina
Pembuat	Danet Suryatama	Ravi Desai (PT GRAIN)	
Model			
	Sedan Sport-Tucuxi	MPV-Elvi Ravi	Pick Up-Elvi Hevi
Pembuat	Ravi Desai(PT GRAIN)		
Model			
	MPV Bonnet-Elvi Hivi	Sedan-Elvi Suvi	MPV-Elvi Levi
Pembuat	Ravi Desai (PT GRAIN)		
Model			
	Mobil Listrik Kecil-Elvi Jayvi	Bus listrik-Elvi Busvi & Minibusvi	Small Hatch Back-Elvi Smartvi

Pembuat	Mario Rivaldi (PT Betrix Indonesia)		Ricky Elson	
Model				
	Sepeda Motor Listrik	Sedan <i>Sport-Selo</i>	MPV-Ghendis	
Pembuat	Universitas Indonesia (UI)		Intitut Teknologi Bandung (ITB)	
Model				
	<i>Small Hybrid Electric Vehicle /SHEV</i> (motor listrik + motor bakar)	Desain Molinas (Small Hatch Back)	Double Cabin-Si Jalak	Desain molinas (Mobil Listrik Kecil)-iVe Aru
Motor	DC Brushless, 2 x 0,5 kW/48 VDC, 527 rpm			
Baterai	4 Leaded Acid Battery @ 12V/32Ah	15 kWh		
Pengisian				
Performa	42,2 km/liter, 60 km/h	120 km/hari		
Pembuat	Universitas Gajah Mada (UGM)			
Model				
	Mobil Listrik Generasi 2.1 (eSemar)	Mobil Listrik Generasi 2.2 dan 2.3	Mobil Hibrid Generasi 2.4 (motor listrik + solar cell + LPG engine)	Desain Molinas GAMA EV (Small Hatch Back)

Motor	BLDC 3 phase AC motor, 48 volt	BLDC 3 phase AC motor, 48 volt	BLDC 3 phase AC motor, 48 volt	Drive motor, 111 kW, generator motor, 54 kW
Baterai	<i>deep cycle accu storage system</i>	<i>deep cycle accu storage system</i>	<i>deep cycle accu storage system</i>	Li-ion, 16 kWh
Pengisian				<i>smart charging system</i>
Performa				130 km/charge
Pembuat	Universitas Sebelas Maret (UNS)		Intitut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)	
Model				
	Mobil listrik SemarT Ecocity Generasi I	Mobil listrik SemarT Ecocity Generasi II	Mobil listrik	Mobil listrik (e-Gang Car)
Motor	Motor DC, 3 HP	DC <i>brushless</i> , 20 kW	BLDC Motor <i>with Peak Power</i> 20 kW	<i>Brushless</i> motor DC, 48 V, 20 kW
Baterai	36V 120A	LiFe PO4 (Lithium Ion) 24 V 100 A	12Ah cell, life cycle: ≥ 2000 cycle	
Pengisian	Lama pengisian 4 jam	Lama pengisian 4 jam	<i>Max continuous discharge current: 36A (3C), Peak discharge current (15S): 60A (5C), Max charge current: 24A (2C)</i>	
Performa	60 km/charge, 40 km/h	100 km/charge, 70 km/h		
Pembuat	Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)			
Model				
	Minibus Listrik	Sedan	Mobil Listrik Hibrid	Sedan <i>Sport</i> SKEV1

Motor	<i>3-Phase induction motor, 96 VDC, 52 HP</i>	<i>AC induction motor, 108 VDC, 62 HP</i>	<i>3-Phase induction motor, 72 VDC, 43 HP</i>	<i>3-Phase induction motor, 96 VDC, 52 HP</i>
Baterai	<i>SLA battery – deep cycle, 96V / 235Ah</i>	<i>Lithiumbattery (LiFePO4) 108VDC / 200Ah</i>	<i>Lithiumbattery (LiFePO4), 72V / 200Ah</i>	<i>Lithiumbattery (LiFePO4), 96V / 200Ah</i>
Pengisian	<i>220VAC input voltage, 96VDC / 25A output</i>	<i>Input 220VAC, output 108 VDC / 52 A</i>	<i>220VAC input-voltage, 72VDC / 40A output</i>	<i>220VAC input-voltage, 96VDC / 42A output</i>
Performa	<i>75 km/charge, 120 km/h</i>	<i>150 km/charge, 140 km/h</i>	<i>80 km/h</i>	<i>160 km/h</i>
Pembuat	<i>Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)</i>			<i>Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)</i>

Model				
	<i>Sedan Sport SV-1</i>	<i>Bus MikroListrik</i>	<i>Mobil Meeting Eksekutif Listrik</i>	<i>Bus Mikro HibridTrans (Viro Prototipe II)</i>
Motor	<i>DC series motor, 144 VDC, 100 HP</i>	<i>Brushless DC motor, 320 VDC, 147 HP</i>	<i>Brushless DC motor, 320 VDC, 147 HP</i>	
Baterai	<i>Lithiumbattery (LiFePO4), 144V / 160Ah</i>	<i>Lithiumbattery (LiFePO4), 320V / 160Ah</i>	<i>Lithiumbattery (LiFePO4), 320 VDC / 200 Ah</i>	
Pengisian	<i>220VAC input voltage, 144VDC / 42A output</i>	<i>220 VAC input voltage, 320 VDC / 24A output</i>	<i>input 220 VAC, output 320 VDC / 24A</i>	
Performa	<i>150 km/charge, 160 km/h</i>	<i>150 km/charge, 100 km/h</i>	<i>150 km/charge, 100 km/h</i>	

Bab 4

Tantangan dan Peluang Pengembangan Mobil Listrik Nasional

A. TANTANGAN DALAM MENGEMBANGKAN MOBIL LISTRIK NASIONAL

Usaha mengembangkan industri mobil listrik nasional tidaklah mudah, pasti akan menemukan suatu tantangan yang perlu dicarikan jalan keluarnya.

Tantangan untuk mengembangkan industri mobil listrik nasional dapat dikategorikan menjadi dua hal utama, yaitu masalah teknis dan nonteknis. Masalah teknis atau faktor teknologi mobil listrik dapat dipecahkan melalui penelitian dan pengembangan oleh tim teknis, sedangkan masalah nonteknis membutuhkan penanganan berupa dukungan dari pemerintah melalui suatu kebijakan. Berikut ini akan dijabarkan beberapa tantangan yang dihadapi dalam mengembangkan industri mobil listrik nasional.

1. Jarak tempuh mobil listrik yang terbatas

Saat ini mobil listrik memiliki kekurangan, yaitu jarak tempuhnya masih terbatas karena kapasitas baterai mobil listrik yang terbatas. Hal ini berbeda bila dibandingkan dengan mobil konvensional yang dapat dikatakan memiliki jarak tempuh yang tidak terbatas karena dapat diisi BBM di SPBU yang jumlahnya sangat banyak dan ada di mana-mana.

Mobil listrik sangat cocok untuk angkutan jarak pendek seperti angkutan dalam kota (*city car*) karena dapat melakukan pengisian ulang baterai saat mobil tidak dipakai. Dalam hal jarak tempuh, saat

ini teknologi mobil listrik yang canggihpun belum mampu melawan mobil konvensional. Inilah salah satu tantangan bagi peneliti dan *engineer* untuk terus mengembangkan teknologi baterai mobil listrik.

2. Harga mobil yang masih mahal

Harga mobil listrik yang mahal disebabkan oleh harga salah satu komponen utamanya, yaitu baterai, yang mahal karena belum diproduksi secara massal. Harga baterai mobil listrik sendiri sekitar 40% harga mobil listrik. Kesulitan untuk mengembangkan mobil listrik juga dialami oleh pabrikan mobil listrik di dunia seperti Tesla, Nissan, Renault, dan lainnya dikarenakan biaya produksi mobil listrik yang besar.

Karena harganya yang mahal, masyarakat kurang berminat untuk membelinya. Oleh sebab itu, dibutuhkan insentif untuk mengembangkan mobil listrik nasional. Harga mobil listrik yang saat ini masih mahal dapat ditekan melalui subsidi dari pemerintah. Insentif bagi pelaku usaha mobil listrik dalam negeri, dan insentif bagi pemakai mobil listrik akan membuat harga mobil listrik menjadi lebih murah dan pada akhirnya masyarakat akan tertarik untuk membeli mobil listrik nasional. Hal tersebut seperti yang dilakukan oleh negara maju yang mempromosikan mobil listrik melalui pemberian insentif bagi pembelinya.

3. Infrastruktur belum mendukung

Pengembangan mobil listrik nasional terbilang sulit karena belum ada infrastruktur pendukungnya. Mobil listrik memerlukan sarana dan prasarana untuk mengisi ulang baterainya atau biasa disebut Stasiun Pengisian Listrik Umum (SPLU). SPLU tersebut harus tersedia di berbagai tempat, baik di tempat umum maupun di rumah pemilik mobil. Pemerintah harus memelopori pembangunan sarana dan prasarana SPLU karena infrastruktur ini sangat penting guna menunjang berkembangnya pemakaian mobil listrik oleh masyarakat luas.

4. Butuh keberpihakan pemerintah kepada mobil listrik nasional
Pengembangan mobil listrik nasional sangat bergantung pada pemerintah. Dibutuhkan niat yang kuat dari pemerintah dalam bentuk kebijakan dan langkah nyata untuk dapat mengembangkan industri mobil listrik nasional. Insentif yang diberikan pemerintah pada program mobil murah ramah lingkungan jangan sampai justru akan mematikan program mobil listrik nasional. Program nasional mobil listrik jangan hanya musiman, tetapi harus berkelanjutan meskipun berganti tampuk kepemimpinan.

5. Kebiasaan masyarakat mengisi BBM

Hal ini masih berkaitan dengan infrastruktur pendukung mobil listrik yang belum ada. Jika SPLU dibangun dalam jumlah yang sangat minim, tentu masyarakat masih enggan untuk membeli mobil listrik karena masyarakat akan membandingkannya dengan mobil konvensional yang mudah dalam pengisian bahan bakarnya. Hal ini mirip dengan kendaraan berbahan bakar gas di Indonesia yang jumlahnya tidak berkembang karena jumlah Stasiun Pengisian Bahan Bakar Gas (SPBG) yang masih sedikit. Kebiasaan masyarakat yang terbiasa mengisi bahan bakar minyak di SPBU juga menjadi salah satu kendala yang akan dihadapi mobil listrik.

Salah satu perusahaan BUMN, yaitu PT PLN, menyatakan kesiapannya dalam mendukung pengembangan mobil listrik nasional dengan mempersiapkan alat pengisian baterai yang bisa dipakai di rumah maupun di sarana umum. Apabila fasilitas pengisian baterai menerapkan teknologi *super charger* atau pengisian cepat, mobil listrik dapat diisi ulang baterainya hanya dalam waktu 30 menit saja. Pengisian baterai yang cepat dan sarana SPLU yang memadai dapat memengaruhi masyarakat untuk tertarik membeli mobil listrik. Namun, kendalanya adalah pembangunan infrastruktur mobil listrik sangat mahal sehingga membutuhkan biaya investasi yang cukup besar.

6. Tingkat kandungan dalam negeri komponen mobil listrik

Secara garis besar komponen utama mobil listrik terdiri atas 5 bagian, yaitu *platform*, baterai, motor, sistem kendali elektronik, dan sistem pengisian. Bangsa Indonesia saat ini sudah menguasai 100% rancang bangun *platform*. Sementara itu, komponen lain seperti baterai, motor, sistem kendali elektronik, dan sistem pengisian, masih harus didatangkan dari luar negeri. Saat ini mobil listrik hasil karya bangsa Indonesia telah menggunakan kandungan lokal sebesar 30–40%. Dalam lima tahun mendatang ditargetkan kandungan lokal mobil listrik nasional dapat naik menjadi 50% (UGM, 2012 dan Kementerian Perindustrian, 2013). Komponen mobil listrik yang masih diimpor terlihat pada Gambar 4.1.

Peningkatan tingkat kandungan komponen dalam negeri (TKDN) mobil listrik hasil karya anak bangsa dapat dilakukan melalui riset dan pengembangan teknologi dengan melakukan jasa layanan industri yang berfokus pada industri pendukung serta melakukan standarisasi komponen dan suku cadang. Secara keseluruhan TKDN



Sumber: Prihandoko, 2013 dan Rokmat, 2012

Gambar 4.1 Komponen Impor Mobil Listrik

mobil listrik harus besar agar kemandirian dan keberlanjutan dalam proses produksi bisa berlangsung. Persoalan kemandirian dalam bahan baku komponen mobil listrik menjadi sangat penting mengingat saat ini sebagian besar bahan baku utama mobil listrik masih impor sehingga ini dapat menjadi ganjalan dalam mengembangkan program mobil listrik nasional. Keberhasilan dalam menciptakan mobil listrik berbahan baku dalam negeri dan diproduksi secara massal menjadi salah satu wujud kemandirian bangsa dalam mengembangkan kendaraan ramah lingkungan dan berteknologi tinggi.

7. Industri pendukung

Pengembangan mobil listrik harus bersaing dengan mobil konvensional. Mobil konvensional sudah jauh lebih mapan di pasar otomotif Indonesia. Dalam hal produksi, mobil konvensional sudah sangat tertata mulai dari hulu sampai hilir. Tentu ini menjadi tantangan bagi mobil listrik nasional. Pengembangan industri mobil listrik nasional membutuhkan perencanaan, mulai dari industri utama sampai industri pendukungnya. Dalam hal ini, Kementerian Perindustrian harus berperan besar. Selain itu, ketersediaan bengkel dan suku cadang sebagai penunjang dalam layanan purna jual mobil listrik juga mutlak diperlukan.

8. Tidak ada pangsa pasar

Hambatan pengembangan mobil listrik menjadi produk massal tidak hanya terjadi di Indonesia saja, tetapi juga di banyak negara di dunia. Saat ini pihak pabrikan mobil belum berani memproduksi mobil listrik secara massal. Campur tangan pemerintah untuk menciptakan segmen pasar mobil listrik sangat penting. Pemerintah dapat mengeluarkan kebijakan agar mobil dinas pemerintah, BUMN, BUMD, dan angkutan umum massal serta angkutan umum perkotaan dapat menggunakan mobil listrik.

Selain tantangan di atas, ada juga cerita menarik mengenai perkembangan mobil listrik yang terjadi di Amerika Serikat. Di negara tersebut, mobil listrik sudah hadir dalam bentuk prototipe sejak

tahun 1990 dan baru pada tahun 1996 mobil listrik komersial secara resmi diluncurkan oleh General Motors (GM) dengan nama *Electric Vehicle 1* (EV1). Mahalnya harga minyak dunia di era 1990-an dan isu pencemaran lingkungan di California memunculkan ide tentang mobil listrik tersebut.

Seiring perjalanannya, secara mengejutkan GM malah menarik sendiri mobil listriknya dari peredaran. Awalnya GM memasarkan mobil listrik kepada pelanggannya dengan sistem sewa, namun GM menghentikan perpanjangan kontrak semua mobil listrik pada 2002. Mobil listrik tidak lagi diproduksi oleh GM dan pada 2005 merupakan tahun terakhir peredaran mobil listrik di jalan raya di Amerika.

Film *Who Killed the Electric Car* bercerita tentang penyebab tidak berkembangnya dan penarikan mobil listrik di Amerika. Beberapa pihak yang dirasa ikut andil dalam menekan perkembangan industri mobil listrik di Amerika tersebut antara lain adalah konsumen, teknologi baterai, perusahaan minyak, perusahaan mobil, Pemerintah Amerika, Badan Regulator Udara California, dan bahan bakar hidrogen. Ini menjadi tantangan bagi kita, bangsa Indonesia, untuk terus berusaha dan berjuang membangun industri mobil listrik nasional yang mandiri. Berikut dijabarkan secara singkat mengenai pihak-pihak yang dirasa turut berperan terhadap kejatuhan industri mobil listrik di Amerika.

1. Konsumen

Gaya hidup dan *mindset* warga Amerika sangat memengaruhi pemakaian jenis kendaraan. Warga Amerika lebih tertarik menggunakan mobil dengan daya besar tanpa memperhatikan segi keekonomisan bahan bakar maupun emisinya. Ini yang menyebabkan warga Amerika enggan untuk membeli mobil listrik yang diproduksi oleh General Motors (GM) padahal GM sudah mengeluarkan anggaran yang sangat besar untuk biaya pemasaran mobil listriknya. Hal tersebut juga yang menyebabkan mobil berbahan bakar gas di Amerika tidak berkembang.

2. Teknologi baterai

Mobil listrik memiliki jarak tempuh yang terbatas dan membutuhkan waktu yang lama untuk mengisi baterainya. Ini menyebabkan warga Amerika lebih memilih mobil konvensional karena jarak tempuh yang lebih baik dan proses pengisian BBM yang lebih cepat. Teknologi baterai mobil listrik yang belum mumpuni menjadi kendala tidak berkembangnya mobil listrik.

3. Perusahaan minyak

Mobil listrik adalah mobil yang hemat energi dan tidak membutuhkan BBM dalam proses pengisian baterainya. Kehadiran mobil listrik menjadi ancaman bagi perusahaan minyak karena akan kehilangan konsumen utamanya sebab di Amerika pemakai utama BBM adalah sektor transportasi. Karena dianggap mengancam pasar BBM, perusahaan minyak melakukan manuver untuk menghentikan perkembangan mobil listrik melalui konspirasi dengan perusahaan mobil agar legislatif mengeluarkan regulasi untuk menghentikan perkembangan mobil listrik.

4. Perusahaan mobil

Di Amerika, GM mulai menyewakan mobil listrik *Electric vehicle 1* (EV1) kepada konsumennya pada tahun 1996. Namun, GM merasa bahwa keuntungan dari produksi mobil listrik itu sedikit. Pengembangan mobil listrik akan menimbulkan kerugian bagi perusahaan karena ke depannya tidak akan ada/minim biaya pemeliharaan suku cadang mobil listrik yang akan dikeluarkan oleh konsumen.

Mekanisme mobil listrik lebih sederhana dibandingkan mobil konvensional yang menggunakan mesin. Dari sisi perawatan, mobil listrik sangat mudah dan murah karena tidak memerlukan penggantian oli, tidak memerlukan *tune up* berat, dan penggantian rem juga hampir tidak ada karena memiliki sistem regeneratif. Minimnya biaya perawatan pada mobil listrik berpotensi mematikan bisnis suku cadang kendaraan sehingga pendapatan perusahaan mobil juga akan berkurang. Hal tersebut karena pemeliharaan suku cadang yang digu-

nakan untuk mobil berbahan bakar minyak itu selama ini membuat perusahaan otomotif untung.

Produsen mobil AS mulai memamatkan program mobil listriknya pada tahun 1999 dan GM sendiri mengakhiri program penyewaan mobil listriknya pada tahun 2004. Perusahaan mobil tersebut mulai menarik produk mobil listrik mereka meskipun banyak warga yang protes akan penarikan tersebut.

5. Pemerintah Amerika

Pemerintah dan legislatif Amerika yang meloloskan regulasi pelarangan mobil listrik membuat industri mobil listrik di Amerika banyak yang tutup. Pemerintah mendapat masukan dari pabrikan mobil yang mana pabrikan tersebut mengungkapkan bahwa mereka telah mengeluarkan biaya investasi yang sangat besar untuk penelitian dan pemasaran mobil listrik. Akan tetapi, minim sekali peminat masyarakat terhadap mobil listrik. Jika program mobil listrik diteruskan akan merugikan dan mengancam keberlangsungan pabrik mobil lainnya.

6. Badan Regulator Udara California

Badan Regulator Udara California (CARB) ikut berperan dalam penarikan mobil listrik di California. Badan yang bertugas sebagai pengawas aplikasi regulasi emisi asap dan menekan industri yang menghasilkan emisi berbahaya di udara ini seharusnya mendorong perkembangan penggunaan mobil listrik karena mobil listrik adalah kendaraan yang ramah lingkungan. Padahal isu udara bersih sangat sensitif sejak kasus awan hitam diatas langit California.

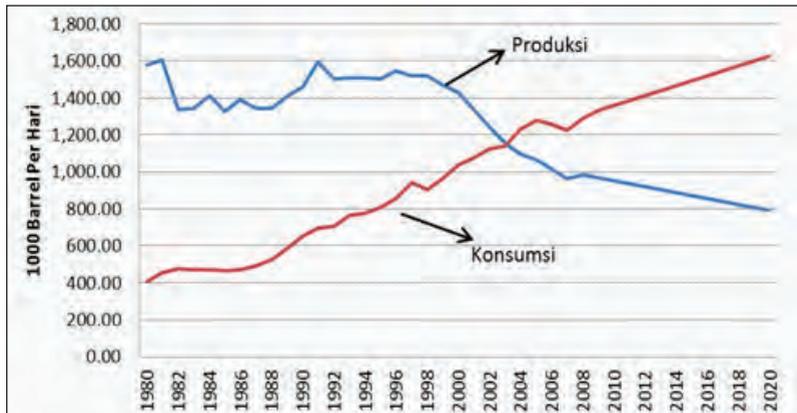
7. Bahan bakar hidrogen

Penemu bahan bakar mengklaim bahwa bahan bakar hidrogen mempunyai energi empat kali lebih besar dari baterai dan menghasilkan emisi yang lebih ramah lingkungan dibandingkan mobil listrik. Hal tersebut membuat masyarakat menjadi semakin kurang berminat terhadap mobil listrik padahal kenyataannya mobil berbahan bakar hidrogen sampai saat ini masih dalam bentuk prototipe dan belum dikomersialkan. Ini juga yang telah menghambat perkembangan mobil listrik di Amerika.

B. PELUANG MOBIL LISTRIK NASIONAL

1. KEEKONOMISAN MOBIL LISTRIK

Indonesia telah menjadi *net importer* BBM sejak tahun 2004 karena produksi minyak dalam negeri tidak lagi mencukupi kebutuhan. Tingginya kebutuhan BBM tersebut berkaitan erat dengan jumlah kendaraan bermotor yang terus meningkat setiap tahun. Kebutuhan BBM yang lebih besar dari produksi memaksa Indonesia untuk mengimpornya. Ketergantungan Indonesia terhadap impor BBM sangat membebani APBN dan akan semakin memperbesar subsidi yang harus ditanggung oleh negara. Subsidi akan semakin besar apabila terjadi kenaikan harga minyak dunia padahal harga BBM, khususnya jenis premium dan solar yang dibeli oleh masyarakat, harganya tetap. Anggaran subsidi BBM pada tahun 2013 mencapai Rp210 triliun. Angka ini lebih besar dari pagu yang dianggarkan pada Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara Perubahan (APBN-P) 2013, yaitu sebesar Rp199 triliun (Direktur Jenderal Anggaran Kementerian Keuangan, 2014).



Sumber: Susanti dkk., 2013

Gambar 4.2 Prediksi Produksi vs Konsumsi BBM

Pada tahun 2020 kebutuhan BBM Indonesia diprediksi akan mencapai lebih dari 1,6 juta barrel per hari, sedangkan produksinya terus turun hingga mencapai kurang dari 800.000 barrel per hari (Gambar 4.2). Selisih antara produksi dan konsumsi yang semakin besar tiap tahunnya ini akan semakin memperbesar subsidi BBM.

Mobil listrik adalah kendaraan hemat energi dan tidak membutuhkan BBM layaknya kendaraan konvensional. Mobil listrik membutuhkan daya listrik PLN untuk menggerakkan motor listrik. Daya listrik yang dihasilkan oleh PLN tidak hanya bersumber dari energi fosil, tetapi juga dapat bersumber dari energi terbarukan. Penggunaan mobil listrik tentu akan mengurangi kebutuhan konsumsi BBM sehingga dapat mengurangi subsidi yang ditanggung oleh pemerintah.

Analisis ekonomi mobil listrik mengacu pada harga mobil listrik yang telah ada di luar negeri. Analisis harga menunjukkan bahwa harga mobil listrik pada umumnya lebih mahal daripada mobil konvensional bermesin pembakaran dalam. Alasan utamanya adalah karena mahalnya harga baterai lithium pada mobil listrik yang dapat mencapai 40% dari harga mobil listrik. Untuk menekan harga mobil listrik, Tesla Motors menggunakan teknologi baterai laptop pada mobil listrik produksinya. Baterai ini tiga sampai empat kali lebih murah bila dibandingkan baterai mobil listrik biasa yang dipakai perusahaan mobil lainnya. Baterai konvensional menghabiskan US\$700–800/kWh, sedangkan baterai yang menggunakan sel dari laptop hanya US\$200/kWh saja. Pada akhirnya, hal ini memungkinkan turunnya harga mobil listrik yang menggunakan teknologi dari Tesla seperti merek Toyota RAV4 EV, Smart ED, dan Model X.

Nissan LEAF adalah mobil listrik paling murah di Amerika Serikat, dengan harga awal adalah US\$32,780 yang kemudian berkurang menjadi US\$25,280 setelah dikurangi pajak federal sebesar US\$7,500. Harga mobil ini kemudian turun lagi di California menjadi US\$20,280 setelah pemerintah negara bagian itu memberikan pemotongan pajak. Contoh harga mobil listrik lainnya misalnya sedan listrik Renault Fluence Z.E. Sedan listrik dengan 5 pintu ini dijual

dengan harga awal di bawah US\$20.000. Harga ini belum termasuk pemotongan pajak dari Pemerintah AS. Mobil listrik ini rencananya akan dijual tanpa baterai sehingga diharapkan harganya dapat jauh lebih murah. Para pembeli mobil listrik ini nantinya akan mengontrak baterai mobilnya dari perusahaan Better Place. New York Times sendiri mengestimasi harga baterai berkisar antara US\$400 sampai US\$500/kWh. Beberapa spesifikasi mobil listrik di dunia ditampilkan seperti pada Tabel 4.1.

Biaya operasional penggunaan mobil listrik hanya bergantung pada biaya pengisian baterai yang harus dibayar per kWh listrik. Mobil listrik bermerek EV1 mengonsumsi energi sekitar 17,7 kWh/100 mil (11kWh/100 km). Nissan Leaf menggunakan 34,19 kWh/100 mil (21,25kWh/100 km). Perbedaan ini mencerminkan desain, target utilitas kendaraan serta standar pengujian yang berbeda. Penggunaan

Tabel 4.1 Perbandingan Spesifikasi Beberapa Mobil Listrik di Dunia

Tipe	2013 Smart fortwo		
	Electric Drive Con-vertible	2013 Tesla Model S	2013 Honda Fit EV
Mil per gallon setara bensin (MPGe)	122 (jalan tol) 93 (dalam kota) 107 (kombinasi)	97 94 95	132 105 118
kWh/100 mil	28 (jalan tol) 36 (dalam kota) 32 (kombinasi)	35 36 35	26 32 29
Biaya untuk jarak tempuh 25 mil (\$)	0,96	1,05	0,87
Jarak pengisian baterai (mil)	68	208	82
Biaya energi / tahun (\$)	600	650	500
Motor listrik (kW)	55 kW, DC brushless	270 kW, AC induction	92 kW, DC brushless
Baterai	339 V, Li-ion	60 kWh, 400 V, Li-ion	339 V, Li-ion
Harga (\$)	N.A.	69.900	36.625

Sumber: Tim Kendaraan Listrik Telimek LIPI, *Focus Group Discussion* Kendaraan Listrik Nasional

Tabel 4.2 Perbandingan Biaya Tahunan Berbagai Merek Mobil Listrik

Kendaraan	Model Tahun	Bahan Bakar Ekonomi dalam Kota	Bahan Bakar Ekonomi Jalan Tol	Biaya 25 mil	Biaya Bahan Bakar Tahunan
Scion iQ EV	2013	138 mpg-e (24 kWh/100 mil)	105 mpg-e (32 kWh/100 mil)	\$0.84	\$500
Chevrolet Spark EV	2014	128 mpg-e	109 mpg-e	n.a.	\$500
Honda Fit EV	2013	132 mpg-e (26 kWh/100 mil)	105 mpg-e (32 kWh/100 mil)	\$0.87	\$500
Fiat 500e	2013	122 mpg-e	108 mpg-e	\$0.87	\$500
Nissan Leaf	2013	129 mpg-e	102 mpg-e	\$0.87	\$500
Mitsubishi i	2012-13	126 mpg-e (27 kWh/100 mil)	99 mpg-e (34 kWh/100 mil)	\$0.90	\$550
Smart Electric Drive	2013	122 mpg-e (28 kWh/100 mil)	93 mpg-e (36 kWh/100 mil)	\$0.96	\$600
Ford Focus Electric	2012-13	110 mpg-e (31 kWh/100 mil)	99 mpg-e (34 kWh/100 mil)	\$0.96	\$600
BMW ActiveE	2011	107 mpg-e	96 mpg-e	\$0.99	\$600
Nissan Leaf	2011-12	106 mpg-e (32 kWh/100 mil)	92 mpg-e (37 kWh/100 mil)	\$1.02	\$600
Tesla Model S	2013	94 mpg-e	97 mpg-e	\$1.05	\$650
Tesla Model S	2012	88 mpg-e (38 kWh/100 mil)	90 mpg-e (37 kWh/100 mil)	\$1.14	\$700
Toyota RAV4 EV	2012	78 mpg-e	74 mpg-e	\$1.32	\$850

Catatan: biaya berdasarkan 15.000 mil pertahun, 45% di jalan tol dan 55% kota.

(1) Biaya listrik dari US\$0.12/kWh (per November 30, 2012). Konversi 1 galon bensin = 33,7 kWh.

(2) Harga bensin US\$3,81 per galon (digunakan oleh Volt)

Sumber: Tim Kendaraan Listrik Telimek LIPI, *Focus Group Discussion* Kendaraan Listrik Nasional

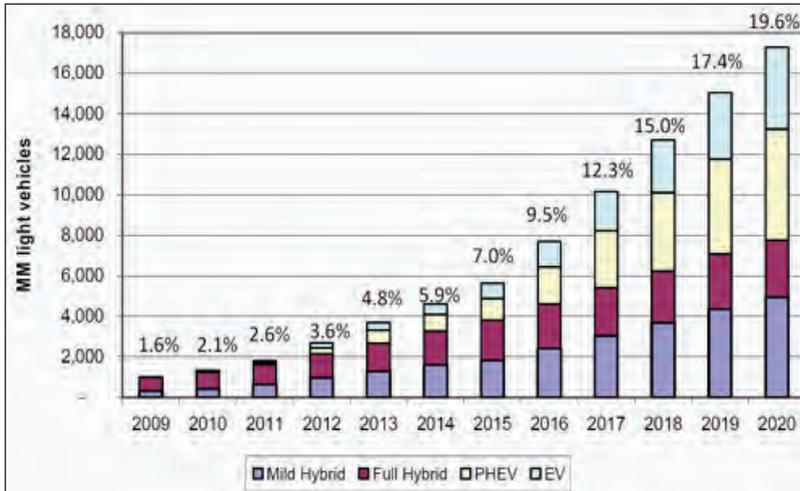
energi sangat tergantung pada kondisi mengemudi dan gaya pengemudi. Selanjutnya biaya tahunan dari berbagai merek mobil listrik di dunia ditampilkan dalam bentuk tabel seperti yang terdapat pada Tabel 4.2.

Seperti yang terdapat pada Tabel 4.2, dapat diketahui bahwa penggunaan kendaraan mobil listrik di Amerika sejauh 15 ribu mil (24.140 km) pertahun membutuhkan biaya operasional tiap tahun sekitar US\$500 sampai US\$850 (US\$2.07 sampai 3.52/km). Di Indonesia biaya operasional mobil listrik dapat mengambil contoh pada mobil listrik buatan LIPI. Mobil listrik jenis sedan sekelas 1500 cc hasil *retrofit* LIPI membutuhkan energi listrik sekitar 24 kWh untuk sekali pengisian dengan jarak tempuh mencapai 150 km (92,3 mil).

Berdasarkan Tarif Tenaga Listrik Tahun 2013 yang terdapat pada Peraturan Menteri ESDM Nomor 30 Tahun 2012, golongan tarif rumah tangga jenis R-3/TR 6.600 VA ke atas sejak 1 Oktober 2013 adalah sebesar Rp1.352,00/kWh. Sebagai contoh, apabila mobil listrik tersebut dianggap dapat menempuh rata-rata 100 km (62 mil) untuk sekali pengisian, biaya operasionalnya adalah sekitar Rp325,00/km (Rp202,00/mil). Dibandingkan dengan mobil konvensional yang dianggap mengonsumsi BBM rata-rata 10 km/liter (6,2 mil/liter) dengan harga bensin premium bersubsidi Rp6.500,00 maka biaya operasionalnya adalah Rp650,00/km (Rp404,00/mil). Apabila mobil konvensional tersebut menggunakan bahan bakar jenis pertamax (bahan bakar nonsubsidi) dengan harga Rp9.200,00 maka biaya operasionalnya adalah Rp572,00/mil (Rp920,00/km). Dari uraian di atas, dapat diketahui bahwa jika dibandingkan antara keduanya, biaya operasional mobil listrik lebih murah dibandingkan biaya operasional mobil konvensional.

2. PELUANG PASAR MOBIL LISTRIK NASIONAL

Salah satu yang dicita-citakan bangsa Indonesia saat ini adalah lahirnya industri mobil listrik nasional. Hal ini dapat dilihat dari antusiasme masyarakat saat Dahlan Iskan memperkenalkan mobil listrik hasil karya timnya kepada masyarakat. Di luar negeri pun perkembangan populasi mobil listrik diprediksi akan terus meningkat. Bila dilihat dari tren perkembangannya, populasi kendaraan listrik di dunia yang terdiri atas kendaraan listrik murni, kendaraan hibrid, *mild hybrid*,



Sumber: Deutsche Bank, 2009

Gambar 4.3 Tren Kendaraan Listrik di Dunia dan Perbandingan dengan Jumlah Kendaraan Konvensional (dalam juta unit)

maupun kendaraan *plug-in hybrid electric* meningkat dari tahun ke tahun (Gambar 4.3).

Berbicara mengenai peluang pasar pengembangan industri mobil listrik nasional tidak lepas dari besarnya pasar otomotif, khususnya pada segmen mobil penumpang. Kendaraan bermotor yang terdiri atas mobil penumpang, bus, truk, dan sepeda motor di Indonesia jumlahnya tiap tahun meningkat (Badan Pusat Statistik, 2013) (Tabel 4.3). Ini menjadi peluang yang cukup baik bagi pengembangan industri mobil listrik nasional.

Sebenarnya pangsa pasar mobil listrik di Indonesia saat ini masih belum ada. Masyarakat masih menunggu keseriusan pemerintah dalam mengembangkan industri mobil listrik nasional. Sebagai tahap awal, target pasar mobil listrik nasional dapat ditujukan pada mobil dinas pemerintahan, BUMN, dan BUMD. Memang sebenarnya jumlah mobil dinas tersebut jauh lebih kecil dibandingkan jumlah mobil pribadi. Namun, ini dapat menjadi *pilot project* pengembangan industri mobil listrik nasional.

Tabel 4.3 Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis Tahun 1987–2012

Tahun	Mobil Penumpang	Bus	Truk	Sepeda Motor	Jumlah
1987	1.170.103	303.378	953.694	5.554.305	7.981.480
1988	1.073.106	385.731	892.651	5.419.531	7.771.019
1989	1.182.253	434.903	952.391	5.722.291	8.291.838
1990	1.313.210	468.550	1.024.296	6.082.966	8.889.022
1991	1.494.607	504.720	1.087.940	6.494.871	9.582.138
1992	1.590.750	539.943	1.126.262	6.941.000	10.197.955
1993	1.700.454	568.490	1.160.539	7.355.114	10.784.597
1994	1.890.340	651.608	1.251.986	8.134.903	11.928.837
1995	2.107.299	688.525	1.336.177	9.076.831	13.208.832
1996	2.409.088	595.419	1.434.783	10.090.805	14.530.095
1997	2.639.523	611.402	1.548.397	11.735.797	16.535.119
1998	2.769.375	626.680	1.586.721	12.628.991	17.611.767
1999*)	2.897.803	644.667	1.628.531	13.053.148	18.224.149
2000	3.038.913	666.280	1.707.134	13.563.017	18.975.344
2001	3.189.319	680.550	1.777.293	15.275.073	20.922.235
2002	3.403.433	714.222	1.865.398	17.002.130	22.985.183
2003	3.792.510	798.079	2.047.022	19.976.376	26.613.987
2004	4.231.901	933.251	2.315.781	23.061.021	30.541.954
2005	5.076.230	1.110.255	2.875.116	28.531.831	37.623.432
2006	6.035.291	1.350.047	3.398.956	32.528.758	43.313.052
2007	6.877.229	1.736.087	4.234.236	41.955.128	54.802.680
2008	7.489.852	2.059.187	4.452.343	47.683.681	61.685.063
2009	7.910.407	2.160.973	4.452.343	52.767.093	67.336.644
2010	8.891.041	2.250.109	4.687.789	61.078.188	76.907.127
2011	9.548.866	2.254.406	4.958.738	68.839.341	85.601.351
2012	10.432.259	2.273.821	5.286.061	76.381.183	94.373.324

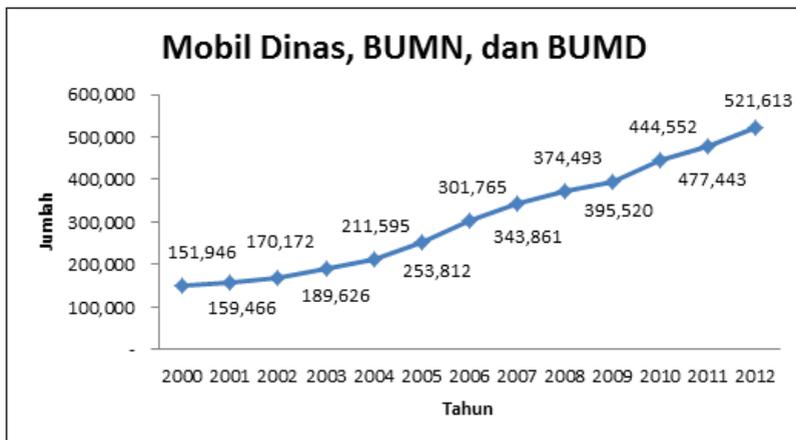
Sumber: BPS, 2013

*) sejak 1999 tidak termasuk Timor-Timur

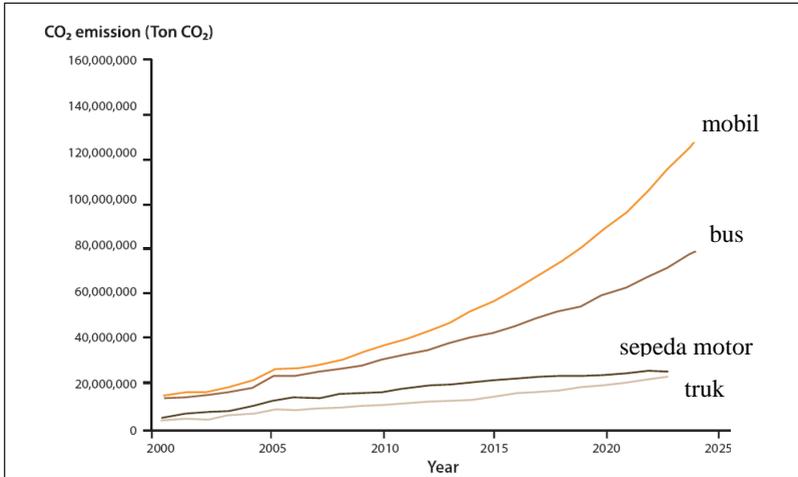
BPS memperkirakan jumlah mobil dinas pemerintahan, BUMN, dan BUMD maksimal sebesar 5% dari jumlah mobil secara keseluruhan (umum dan bukan umum). Pada tahun 2013, mobil dinas pemerintahan, BUMN, dan BUMD untuk tipe mobil penumpang di Indonesia diperkirakan berjumlah sekitar 521.613 unit (Gambar 4.4).

Tipe mobil listrik yang cocok dikembangkan saat ini adalah tipe *city car* karena merupakan mobil penumpang yang pangsa pasarnya cukup besar di Indonesia. Selain itu, jarak tempuh mobil listrik yang masih terbatas yaitu sekitar 100 km serta teknologi mobil listrik *city car* yang telah kita kuasai menjadi pertimbangan lainnya.

Dari segi lingkungan, penggunaan mobil listrik *city car* sangat sesuai karena polusi udara di Indonesia terbesar dihasilkan oleh kendaraan konvensional jenis mobil terutama di kota-kota besar. Polusi udara (CO₂) yang dihasilkan oleh mobil konvensional jauh lebih tinggi dibandingkan polusi yang dihasilkan oleh truk, sepeda motor, dan bus (Gambar 4.5). Dengan mempertimbangkan kondisi polusi udara di kota-kota besar yang relatif tinggi, mobil listrik *city car* sangat sesuai untuk diterapkan.



Gambar 4.4 Grafik Asumsi Jumlah Mobil Dinas Pemerintahan, BUMN, dan BUMD



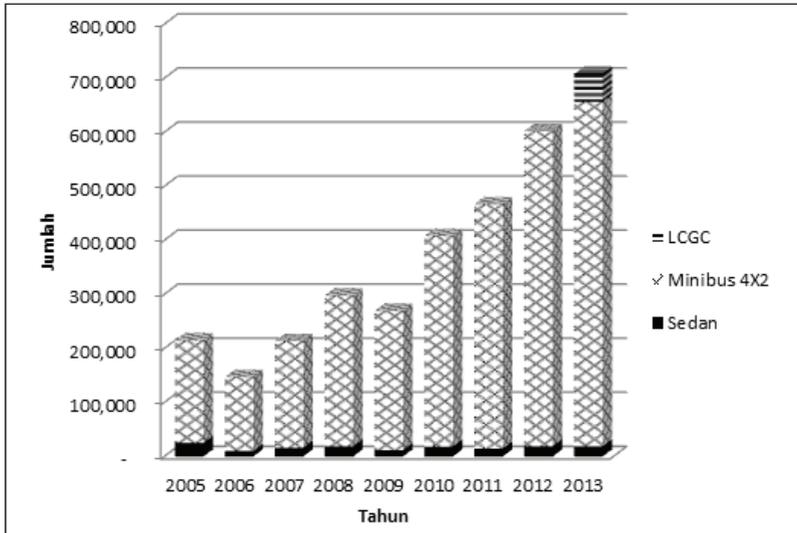
Sumber: Dewan Nasional Perubahan Iklim, 2010

Gambar 4.5 Grafik Proyeksi Emisi CO2 di Indonesia

Di Indonesia pertumbuhan pasar kendaraan bermotor *city car* sangat menjanjikan. Data dari Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (Gaikindo) memperlihatkan bahwa di Indonesia pertumbuhan pasar kendaraan tersebut cukup tinggi dengan pertumbuhan rata-rata per tahun sekitar 19,5% (Tabel 4.4 dan Gambar 4.6). Ini merupakan pasar potensial untuk mengembangkan industri mobil listrik nasional.

Setelah mobil dinas pemerintahan, BUMN, dan BUMD, selanjutnya target kendaraan listrik lainnya adalah angkutan umum massal seperti transjakarta, *trolley bus*, *Mass Rapid Transit* (MRT), dan *monorail*. Indonesia memiliki potensi yang besar, terutama di kota-kota besar seperti Jakarta dan Surabaya untuk menerapkan transportasi massal seperti *monorail*.

Target pasar potensial lainnya untuk mobil listrik nasional adalah mobil angkutan umum dalam kota seperti taksi dan angkutan kota (angkot), terutama yang berada di wilayah Pulau Jawa. Taksi dan angkot dipilih karena mempertimbangkan jarak tempuh dan jangkauan



Gambar 4.6 Grafik Pertumbuhan Pasar Kendaraan Bermotor Tipe *City Car*

Tabel 4.4 Pertumbuhan Pasar Kendaraan Bermotor Kapasitas Mesin ≤ 1500 cc di Indonesia

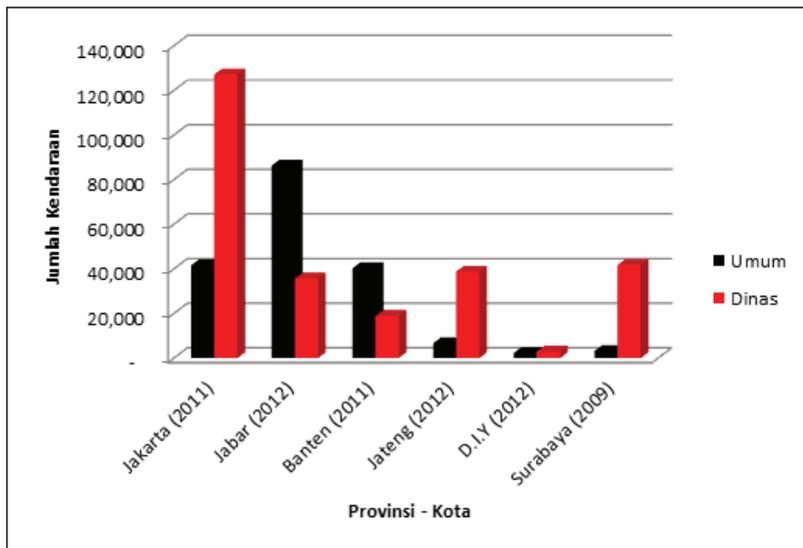
Tahun	Type (cc ≤ 1.500)			Jumlah	Pertumbuhan per tahun (%)
	Sedan	Minibus 4X2	LCGC		
2005	25.006	189.845		214.851	
2006	10.241	136.793		147.034	-31,6
2007	16.207	197.422		213.629	45,3
2008	18.753	279.051		297.804	39,4
2009	11.779	257.507		269.286	-9,6
2010	18.355	389.712		408.067	51,5
2011	14.236	452.669		466.905	14,4
2012	18.998	583.107		602.105	29,0
2013	18.982	637.675	51.180	707.837	17,6

Sumber: Gaikindo, 2013

areanya ada di dalam kota dan ini sesuai dengan jangkauan mobil listrik. Selain itu, untuk angkutan umum tersebut, pemerintah dapat mengaturnya melalui kebijakan pemberian insentif bagi pengusaha

angkutan umum agar tertarik menggunakan mobil listrik sebagai armadanya. Jumlah angkutan umum dalam kota dan mobil dinas di beberapa provinsi dan kota di pulau Jawa ditampilkan dalam bentuk grafik seperti yang terdapat pada Gambar 4.7.

Mobil umum angkutan dalam kota terdiri atas taksi dan angkutan kota/mikrolet. Sementara itu, mobil dinas terdiri atas mobil penumpang jenis sedan, station wagon, minibus, dan jip.



Sumber: data diolah dari data BPS 2009, 2011, dan 2012

Gambar 4.7 Populasi Kendaraan Umum dalam Kota dan Mobil Dinas di Beberapa Provinsi/Kota

Bab 5

Ketersediaan Energi untuk Mobil Listrik

A. KONDISI KELISTRIKAN DI INDONESIA

Jika program mobil listrik nasional akan digulirkan, pemerintah sepatutnya memperhitungkan kebutuhan dan ketersediaan energi listrik yang ada saat ini. Hal ini menjadi sangat krusial di mana tingkat elektrifikasi di Indonesia masih belum 100% terpenuhi sehingga masih cukup banyak wilayah atau penduduk Indonesia yang belum dapat menikmati listrik. Apabila ada mobil listrik, kebutuhan akan energi listrik dipastikan akan meningkat karena mobil listrik membutuhkan energi listrik untuk mengelas baterainya.

Saat ini PLN terus menggiatkan pembangunan pembangkit listrik guna memenuhi kebutuhan listrik secara nasional. Perkembangan kapasitas terpasang energi listrik tiap tahun ditampilkan seperti pada Gambar 5.1. Untuk daya listrik yang mampu dibangkitkan, besarnya beban puncak, energi listrik yang diproduksi, dan energi yang terjual kepada pelanggan ditampilkan seperti dalam Tabel 5.1.

Pada akhir Desember 2012 total kapasitas terpasang mengalami peningkatan 12,41% dari tahun sebelumnya menjadi 32.901,48 MW dengan jumlah unit pembangkit PLN mencapai 5.048 unit. Perlu diketahui bahwa 25.787,45 MW dari total kapasitas terpasang tersebut atau sebanyak 78,83% berada di Pulau Jawa. Pada akhir tahun 2013 terdapat penambahan kapasitas pembangkit listrik sebesar 1.175 MW sehingga kapasitas terpasang total menjadi 34.076,48 MW dengan rata-rata 'daya mampu' pembangkit sebesar 32.476 MW. Pada tahun

2014 ditargetkan akan ada penambahan pembangkit listrik sebesar 4.250 MW.

Beban puncak pada tahun 2012 mencapai 28.881,87 MW, meningkat 8,32% dibandingkan tahun sebelumnya. Beban puncak sistem interkoneksi Jawa-Bali sendiri mencapai 21.244,78 MW atau sekitar 73,56% dari beban puncak nasional. Beban puncak sistem interkoneksi Jawa-Bali naik 7,59% dari tahun sebelumnya. Pada tahun 2013 beban puncak secara nasional adalah sebesar 29.791 MW atau naik sekitar 3,15% dibandingkan tahun 2012 (PLN, 2013 dan Kementerian ESDM, 2014).

Tabel 5.1 Energi Listrik PLN (MW)

Tahun	Wilayah	Kapasitas Terpasang	Daya Mampu	Beban Puncak	Energi yang Diproduksi	Energi yang Terjual
2004	Total	21.470,41	18.031,87		120.244,31	100.097,47
2005	Total	22.515,09	19.524,78		127.369,82	107.032,23
2006	Total	24.834,21	22.008,03		133.108,39	112.609,83
2007	Total	25.223,48	22.052,61		142.440,79	121.246,81
2008	Total	25.593,92	21.580,36		149.436,51	129.018,81
2009	Luar Jawa	7.102,43	5.059,15	6.220,04	156.797,26	134.581,98
	Jawa	18.534,27	16.988,48	17.217,55		
	Total	25.636,70	22.047,63	23.437,59		
2010	Luar Jawa	7.837,69	6.008,33	6.810,87	168.381,84	147.297,47
	Jawa	19.057,29	17.532,52	18.106,55		
	Total	26.894,98	23.540,85	24.917,42		
2011	Luar Jawa	6.755,55	4.840,17	6.918,17	183.420,94	157.992,66
	Jawa	22.513,61	20.609,75	19.746,39		
	Total	29.268,16	25.449,92	26.664,56		
2012	Luar Jawa	7.114,03	4.707,53	7.637,09	200.317,58	173.990,75
	Jawa	25.787,45	23.378,33	21.881,87		
	Total	32.901,48	28.085,86	28.881,87		
2013	Total	34.076,48	32.476,00	29.791,00	222.274,00 *	192.075,00 *

Sumber: data diolah dari data PLN dan Kementerian ESDM

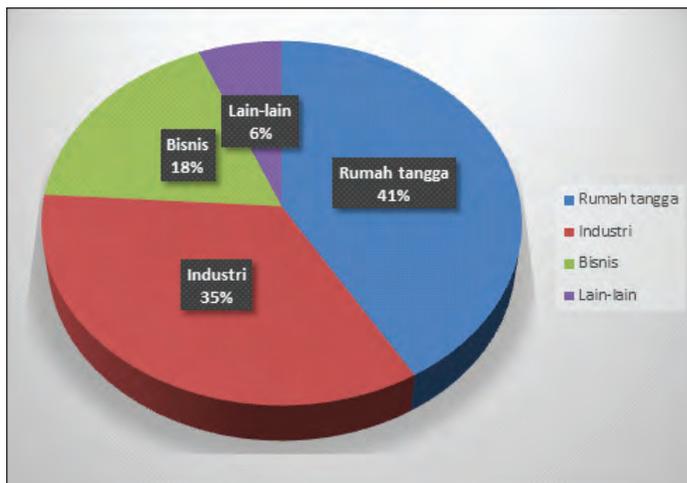
* = hasil estimasi dari *trendline* menggunakan polinomial orde 3

Jumlah energi listrik yang terpakai oleh pelanggan PLN pada tahun 2012 adalah sebesar 173.990,75 GWh, meningkat 10,13% dibandingkan tahun sebelumnya di mana yang terbesar adalah jenis kelompok pelanggan rumah tangga, yaitu 72.132,54 GWh atau sekitar



Sumber: PLN, 2013

Gambar 5.1 Grafik Kapasitas Listrik Terpasang



Sumber: PLN, 2013

Gambar 5.2 Grafik Energi Terjual per Kelompok Pelanggan (2012)

41%. Kelompok pelanggan industri mengonsumsi 60.175,96 GWh (35%), bisnis 30.988,64 GWh (18%), dan lainnya (sosial, gedung pemerintah dan penerangan jalan umum) sebesar 10.693,61 GWh (6%). Alokasi pemakaian energi listrik sebagaimana yang telah dijelaskan ditampilkan pada Gambar 5.2. Penjualan energi listrik untuk semua jenis kelompok pelanggan, yaitu rumah tangga, industri, bisnis, dan lainnya mengalami peningkatan masing-masing sebesar 10,78%; 9,96%; 9,47%; dan 8,59% (PLN, 2013).

B. KEBUTUHAN DAN KETERSEDIAAN ENERGI UNTUK MOBIL LISTRIK

1. KEBUTUHAN ENERGI MOBIL LISTRIK

Berikut ini akan dijabarkan mengenai kebutuhan energi dari satu unit mobil listrik. Perhitungan daya mobil listrik mengacu pada salah satu prototipe mobil listrik jenis sedan (*retrofit* sedan Timor 1500 cc) hasil karya LIPI. Perhitungan tersebut ditampilkan dalam bentuk tabel seperti yang terdapat pada Tabel 5.2.

Dari Tabel 5.2 dapat diketahui bahwa satu unit mobil listrik jenis sedan membutuhkan daya listrik sekitar 6.000 W pada saat pengisian dengan lama pengisian sekitar 4 jam. Dengan demikian satu unit mobil listrik membutuhkan energi sebesar 24 kWh untuk satu kali

Tabel 5.2 Perhitungan Kebutuhan Energi Mobil Listrik

Baterai	108 VAC, 200 Ah
Charger	input 220 VAC, output 108 VDC 52 A
Lama pengecasan	200Ah / 52 A = ± 4 jam
Daya input = daya output	$108\text{ V} \times 52\text{ A} = 5616\text{ W} \approx 6.000\text{ W}$
Kebutuhan daya pengecasan mobil listrik	$6.000\text{ W} = 6\text{ kW} = 0,006\text{ MW}$
Kebutuhan energi listrik selama pengecasan	$6\text{ kW} \times 4\text{ jam} = 24\text{ kWh}$ (1 kali pengisian)
Jarak Tempuh	150 km sekali <i>charge</i>
Kebutuhan daya listrik rumah minimal	7.040 VA (32 A) → untuk listrik rumah tangga Golongan R-3/TR daya 6.600 VA ke atas

pengisian baterai. Apabila pengisian mobil listrik dilakukan di rumah, maka kebutuhan daya listrik rumah minimal adalah 7.040 VA (32 A) dan termasuk dalam Golongan Rumah Tangga R-3/TR (daya 6.600 VA ke atas) pada ketentuan ‘Tarif Dasar Listrik’.

2. JUMLAH MOBIL LISTRIK YANG DAPAT DICAS SAAT WAKTU BEBAN PUNCAK

Untuk menghitung jumlah mobil listrik yang dapat dicas secara bersamaan saat beban puncak, maka perlu mengetahui ketersediaan listrik saat beban puncak tersebut. Jumlah mobil listrik yang dapat diakomodir mempertimbangkan daya listrik terpasang yang ada saat ini (tahun 2013). Dari Tabel 5.1, diketahui bahwa pada tahun 2013 besarnya ‘Daya Mampu’ adalah 32.476 MW, sedangkan kebutuhan daya saat beban puncak mencapai 29.791 MW. Dari sini dapat dihitung besarnya kelebihan daya saat beban puncak yaitu sebesar 2.685 MW. Selanjutnya, jumlah mobil listrik yang dapat dicas dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Jumlah mobil listrik yang bisa dicas} = \frac{\text{kelebihan daya saat beban puncak}}{\text{kebutuhan daya tiap mobil listrik}}$$

Karena setiap mobil listrik membutuhkan daya sekitar 6.000 W atau 0,006 MW, maka jumlah mobil listrik yang dapat dicas saat beban puncak adalah 447.500 unit kendaraan.

3. JUMLAH MOBIL LISTRIK YANG DAPAT DICAS DI LUAR WAKTU BEBAN PUNCAK

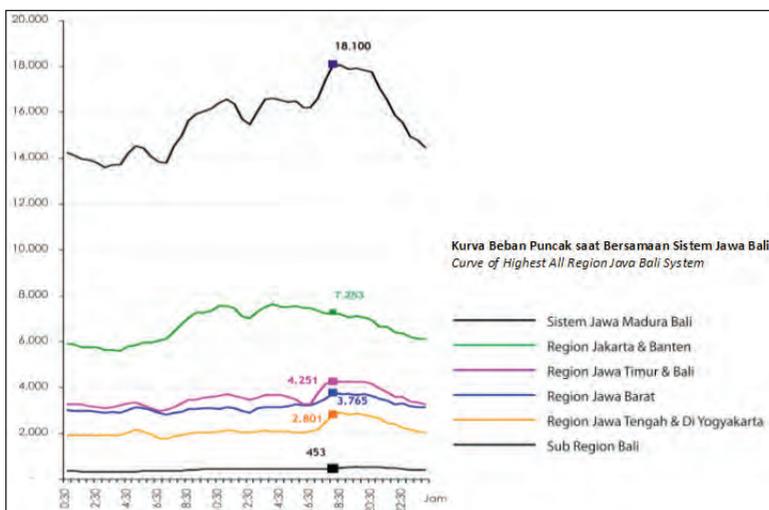
Pada saat di luar waktu beban puncak, tentu pemakaian energi listrik lebih sedikit dibandingkan saat beban puncak sehingga jumlah mobil listrik yang dapat dicas dalam waktu bersamaan juga bisa lebih banyak. Pemakaian energi listrik di luar beban puncak perlu diperhitungkan terlebih dahulu dengan mempertimbangkan besarnya energi yang terpakai saat beban puncak.

Untuk memudahkan perhitungan, asumsi waktu beban puncak pada perhitungan ini adalah mulai pukul 17.00–22.00 (waktu setempat) meskipun sebenarnya beban puncak real tidak lah selama itu. Beban puncak hanya terjadi pada jam atau saat tertentu saja seperti ditunjukkan oleh Gambar 5.3. Adapun hasil perhitungan konsumsi energi listrik di luar waktu beban puncak ditampilkan dalam Tabel 5.3.

Selanjutnya jumlah mobil listrik yang dapat dicas secara bersamaan di luar waktu beban puncak dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Jumlah mobil listrik yg bisa dicas} = \frac{\text{daya mampu} - \text{konsumsi listrik reguler}}{\text{kebutuhan daya tiap mobil listrik}}$$

Dengan menggunakan persamaan di atas maka jumlah mobil listrik yang dapat dicas secara bersamaan di luar waktu beban puncak adalah 2.103.212 unit. Selanjutnya, kebutuhan energi mobil listrik secara keseluruhan dihitung seperti ditunjukkan pada Tabel 5.4. Dengan asumsi satu tahun adalah 365 hari maka energi listrik per tahun yang dibutuhkan oleh mobil listrik mencapai 18.424 GWh.



Sumber: PLN, 2011

Gambar 5.3 Grafik Kurva Beban Puncak Bersamaan Sistem Jawa Bali Tahun 2010

Dengan kondisi kelistrikan Indonesia saat ini maka energi listrik yang tersedia dapat mengakomodir sekitar 447.500 unit pada waktu beban puncak. Sementara itu, sekitar 2.103.212 unit mobil listrik dapat dicas secara bersamaan di luar waktu beban puncak dengan asumsi daya tiap mobil listrik adalah 6.000 W.

Tabel 5.3 Perhitungan Konsumsi Energi Listrik di Luar Waktu Beban Puncak

Energi listrik yang diproduksi per tahun	222.274 GWh (Tabel 5.1)
Energi listrik yang terpakai oleh pelanggan	192.075 GWh (dalam 1 tahun)
	526.232,88 MWh (dalam 1 hari) (Tabel 5.1)
Kelebihan/saldo energi listrik	30.199,00 GWh (dalam 1 tahun)
	82.736,99 MWh (dalam 1 hari)
Waktu beban puncak	pukul 17.00–22.00 (5 jam)
Besarnya kebutuhan daya saat beban puncak	29.791 MW (Tabel 5.1)
Konsumsi energi listrik saat beban puncak	$29.791 \text{ MW} \times 5 \text{ jam} = 148.955 \text{ MWh}$
Konsumsi energi listrik di luar beban puncak	$526.232,88 \text{ MWh} - 148.955 \text{ MWh}$
	377.277,88 MWh (selama 19 jam)
Konsumsi daya listrik tiap jam di luar beban puncak (konsumsi listrik reguler)	$377.277,88 \text{ MWh} / 19 \text{ jam}$
	19.856,73 MW
Daya mampu (Tabel 5.1)	32.476,00 MW

Tabel 5.4 Perhitungan Kebutuhan Energi Mobil Listrik per Tahun di Luar Waktu Beban Puncak

Kebutuhan daya satu mobil listrik saat dicas	0,006MW
Kebutuhan daya total mobil listrik saat dicas	$0,006\text{MW} \times 2.103.212$ $= 12.619,27 \text{ MW}$
Kebutuhan energi mobil listrik per hari	$0,006\text{MW} \times 2.103.212 \times 4 \text{ jam pengecasan}$ $= 50.477,08 \text{ MWh}$
Kebutuhan energi mobil listrik per tahun	$50.477,08 \times 365 \text{ hari} = 18.424.134\text{MWh} =$ 18.424 GWh

Bab 6

Program Mobil Listrik Nasional

A. PROGRAM NASIONAL YANG BERKELANJUTAN

Telah dibentuk lembaga konsorsium mobil listrik dengan nama Pusat Pengembangan Teknologi dan Industri Otomotif (PPTI-O) dalam rangka mendukung program mobil listrik nasional. Komitmen pembentukan PPTI-O adalah ingin mewujudkan kemandirian industri otomotif nasional. Salah satu tujuan dibentuknya PPTI-O adalah agar komponen mobil listrik dapat dibuat di dalam negeri dengan mengikuti Standar Nasional Indonesia (SNI).

Program PPTI-O ingin meniru Vietnam yang telah berhasil menyetop impor kendaraan dari luar negeri agar industri otomotif dalam negerinya dapat berkembang. Vietnam membuat suatu program melalui lembaga yang mirip dengan PPTI-O. Di lain pihak, Malaysia saat ini juga baru akan mengembangkan mobil listrik di mana penelitian tentang mobil listrik tersebut baru akan dimulai dengan dukungan pendanaan yang berasal dari perusahaan otomotif nasional Malaysia, yaitu Proton.

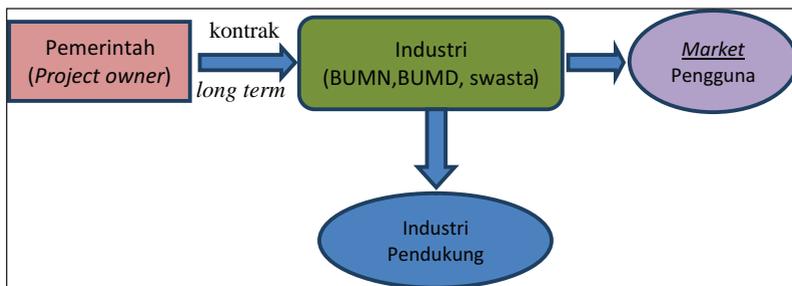
Kunci penggerak kebijakan mobil listrik nasional adalah penguasaan teknologi. Teknologi nomor satu yang harus dikuasai adalah baterai lithium mengingat harganya yang mahal, hampir setengah dari harga mobil listrik. Di sini diperlukan pencabangan dari industri baterai, misalnya apa saja yang dibutuhkan untuk mendukung industri baterai tersebut seperti industri materialnya, industri proses kimia dan industri pendukung baterai lainnya. Saat ini bahan baku baterai ada di

dalam negeri, tetapi teknologi pengolahannya belum dikuasai. Selain itu, komponen mobil listrik yang penting adalah motor penggerak. Diperlukan penguasaan teknologi bahan pembuatnya, yaitu teknologi magnet.

Industri swasta di Indonesia dengan baik menanggapi program mobil listrik nasional. Sebagai contoh adalah Astra Otopart yang ingin ikut meramaikan program tersebut. Kendatipun demikian, sebenarnya ada juga industri swasta yang pesimis dengan program nasional mobil listrik. Industri akan mau bekerja sama apabila kontraknya bersifat jangka panjang dan bukan sekedar proyek dadakan. Swasta dan BUMN sebagai penanam modal membutuhkan analisis ekonomi yang jelas karena biaya investasi yang akan dikeluarkan sangat besar. Menurut PT Sarimas, agar mengalami *break even point* atau titik keseimbangan antara penerimaan dan pengeluaran industri mobil listrik, mobil listrik perlu diproduksi sekitar 50.000 unit per tahun.

Program mobil listrik nasional memerlukan *grand plan* dan *roadmap* yang jelas dan berkelanjutan. Untuk mendorong berkembangnya mobil listrik di Indonesia maka *roadmap* harus jelas dan terarah serta dapat menyinergikan seluruh instansi terkait guna mendukung terbentuknya industri mobil listrik nasional.

Roadmap nasional tersebut memerlukan dukungan dari pemerintah pusat sebagai pembuat kebijakan dan regulator, industri manufaktur sebagai pihak yang akan berkecimpung langsung dalam



Gambar 6.1 Alur Kontrak Program Mobil Listrik Nasional

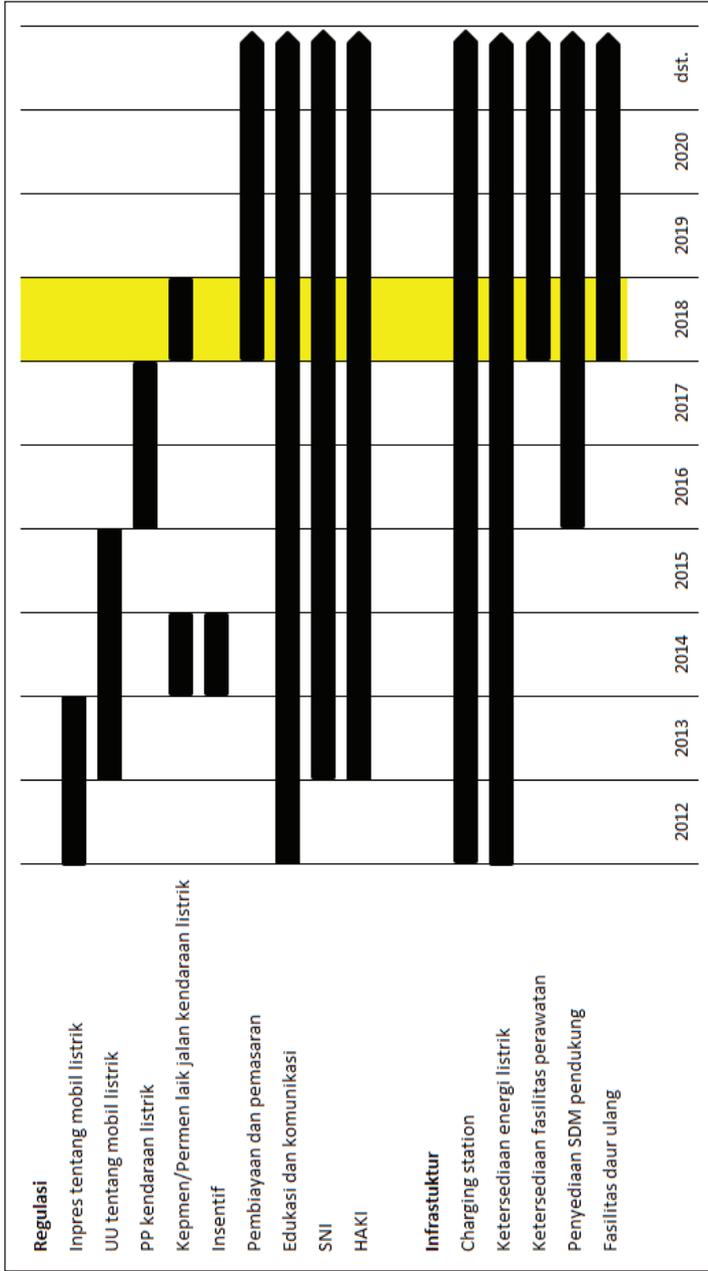
proses produksinya serta perguruan tinggi dan lembaga penelitian yang berperan di bidang riset dan pengembangannya. Adanya *road map* nasional dapat dijadikan sebagai pijakan dalam menumbuhkan industri dalam negeri, khususnya industri mobil listrik nasional beserta industri-industri pendukungnya seperti industri bahan baku dan industri komponen. Untuk mendukung *road map* tersebut, pemerintah dapat berinvestasi dalam bentuk bantuan dana penelitian seperti yang dilakukan oleh negara lain, misalnya Singapura dan Amerika. Gambar 6.2 menunjukkan *roadmap* pendukung industri untuk mobil listrik nasional yang disusun oleh PPTI-O.

Untuk melengkapi *roadmap* tersebut diperlukan strategi pengembangan industri yang sesuai dengan iklim investasi di Indonesia agar dapat berkembang sesuai dengan yang direncanakan. Strategi pengembangan mulai dari tahap penelitian sampai tahap industrialisasi mobil listrik nasional dapat digambarkan seperti pada Gambar 6.3.

Masterplan dan *roadmap* industri mobil listrik nasional perlu dijabarkan mulai dari tahap penelitian, pengembangan, inkubator, sampai tahap industrinya. Itu semua memerlukan dan mempertimbangkan SDM yang ada dan yang akan dibutuhkan, sarana dan prasarana, anggaran, standar, dan Hak Kekayaan Intelektual (HKI)-nya. Masterplan dan *roadmap* industri mobil listrik nasional sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang ada saat ini. Selain itu, yang juga sangat penting adalah adanya dukungan pemerintah melalui peraturan/kebijakan serta dukungan dari industri pendukung hingga muara dari itu semua adalah terciptanya pasar mobil listrik.

B. DUKUNGAN NYATA PEMERINTAH

Mobil listrik hasil karya anak bangsa Indonesia sebenarnya cukup menarik perhatian pemerintah pusat. Hal tersebut dapat dilihat di mana Bapak Susilo Bambang Yudhoyono selaku Presiden Republik Indonesia memberikan dukungan terhadap mobil listrik karya anak bangsa di berbagai kesempatan seperti pada saat perayaan Hari Kebangkitan Teknologi Nasional (Hakteknas) 2012 di Bandung, Jawa



Sumber: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2012

Gambar 6.2 Roadmap Pendukung Industri untuk Mobil Listrik Nasional



Sumber: Susanti dkk., 2013

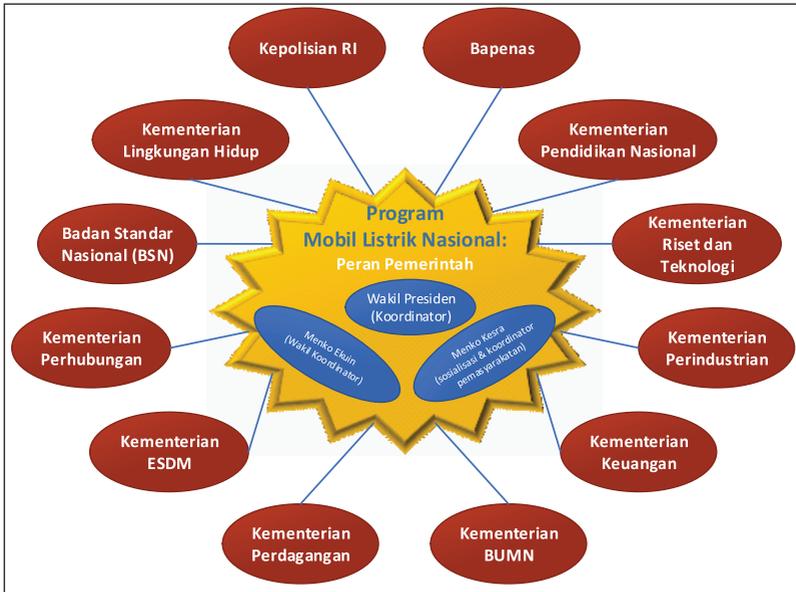
Gambar 6.3 Strategi Pengembangan Industri

Barat. Dukungan langsung dari Presiden RI direspons secara cepat oleh jajaran menteri di bawahnya seperti Menteri Pendidikan dan Kebudayaan yang menugaskan lima perguruan tinggi negeri (ITB, UGM, ITS, UI, dan UNS) untuk melakukan penelitian tentang mobil listrik. Sementara itu, Kementerian Riset dan Teknologi yang juga ikut berperan dalam mendukung program mobil listrik nasional juga menugaskan LIPI dan BPPT untuk melakukan penelitiannya.

Program mobil listrik nasional merupakan program besar yang harus terlingkup dalam satu atap dan dikoordinasi oleh *top executive* karena harus berkoordinasi lintas kementerian. Sementara itu, instansi pemerintah yang berperan dalam pengembangan program mobil listrik nasional adalah seperti yang tertera pada Gambar 6.4.

Secara garis besar, masing-masing instansi mempunyai tugas sebagai berikut:

1. Wakil Presiden: Koordinator
2. MenkoEkuin: Wakil koordinator



Gambar 6.4 Instansi yang Berperan dalam Pengembangan Program Mobil Listrik Nasional

3. MenkoKesra: Koordinator sosialisasi
4. Bappenas: merencanakan menjadi program nasional
5. Kementerian Pendidikan Nasional: riset dan pengembangan (koordinator perguruan tinggi)
6. Kementerian Riset dan Teknologi: riset dan pengembangan (koordinator lembaga riset LPNK)
7. Kementerian Perindustrian: penyiapan industri utama dan industri pendukung, dan merancang pengajuan insentif ke Kementerian Keuangan
8. Kementerian Keuangan: memberikan insentif bagi industri mobil listrik dalam negeri dan insentif bagi pengguna mobil listrik
9. Kementerian BUMN: mengoordinasi BUMN untuk dapat menyiapkan dan memproduksi komponen mobil listrik

10. Kementerian Perdagangan: membuat regulasi untuk melindungi pelaku industri mobil listrik nasional, menjamin ketersediaan suku cadang mobil listrik
11. Kementerian ESDM: membuat regulasi untuk menjamin ketersediaan pasokan listrik (alokasi listrik untuk transportasi)
12. Kementerian Perhubungan: menyiapkan peraturan tentang legalitas mobil listrik di jalan raya dan memfasilitasi pengujian dan kelayakan mobil listrik
13. Badan Standar Nasional (BSN): membuat Standar Nasional Indonesia mengenai komponen dan pengujian mobil listrik
14. Kementerian Lingkungan Hidup: mengampanyekan atau menyosialisasikan mobil listrik ke masyarakat
15. Kepolisian: mengatur pengoperasian mobil listrik di jalan raya.

Untuk mewujudkan program mobil listrik nasional, pemerintah harus mengeluarkan kebijakan yang tertuang dalam Instruksi/Keputusan Presiden, Peraturan Pemerintah, dan Peraturan/Keputusan Menteri yang mendukung program mobil listrik nasional tersebut.

Pemerintah harus menciptakan *market* (pasar) mobil listrik. Pemerintah dan perusahaan yang berada di bawah naungan Badan Usaha Milik Negara, baik di tingkat pusat maupun di tingkat daerah, harus memelopori penggunaan mobil listrik nasional dengan menggunakan mobil listrik hasil karya anak bangsa sebagai kendaraan dinas operasionalnya. Hal tersebut dilakukan sebagai langkah awal untuk membuka segmen pasar mobil listrik serta supaya masyarakat dapat melihat keseriusan pemerintah dalam mengembangkan industri mobil listrik nasional.

Target selanjutnya adalah sarana angkutan umum massal atau *public transport*, seperti transjakarta, *trolley bus*, *Mass Rapid Transit* (MRT), dan *monorail*. Selain itu, angkutan umum seperti taksi dan angkot juga dapat disasar sebagai target pasar untuk menyerap mobil listrik

nasional. Hal tersebut karena jarak tempuh mobil listrik sesuai dengan area operasional kedua angkutan umum tersebut. Pangsa pasar terakhir adalah masyarakat umum karena masyarakat akan cenderung melihat terlebih dahulu keandalan dan kelebihan/keuntungan dari mobil listrik tersebut.

Pemerintah melalui BUMN harus memelopori pembangunan sarana infrastruktur Stasiun Pengisian Listrik Umum (SPLU) karena infrastruktur ini sangat penting untuk menunjang berkembangnya pemakaian mobil listrik oleh masyarakat luas. Untuk tahap awal SPLU dapat dibangun di kantor-kantor pemerintahan serta kantor lainnya yang banyak kendaraan dinas seperti di Kantor Pos Besar. Selanjutnya, SPLU dapat dibangun di mal atau ruang umum.

Selain itu, subsidi BBM yang pemerintah gelontorkan dianggap kurang tepat sasaran dapat dialihkan sebagian untuk membiayai pembangunan SPLU. Dalam hal ini, PT PLN dapat dilibatkan untuk pembangunan SPLU yang suplai listriknya dijamin ketersediaannya melalui peraturan yang dikeluarkan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

Kata kunci untuk keberhasilan program industri mobil listrik nasional adalah keseriusan dan dukungan nyata dari pemerintah serta sinergi dari semua pihak yang terlibat di dalamnya. Hal tersebut sangat mutlak diperlukan untuk mendorong terbentuknya industri mobil listrik nasional guna mewujudkan kemandirian industri dalam negeri.

C. PERATURAN, STANDAR, DAN INSENTIF

1. PERATURAN YANG ADA DAN PERATURAN YANG DIBUTUHKAN

Mobil listrik adalah salah satu jenis kendaraan yang ramah lingkungan dan hemat energi. Akan tetapi, penerapannya di Indonesia saat ini masih terkendala karena belum ada peraturan yang melegalkan untuk digunakan di jalan raya. Penggunaan kendaraan listrik di jalan raya

saat ini masih bersandar pada peraturan kendaraan konvensional. Tidak adanya peraturan yang melegalkan penggunaan kendaraan listrik menyebabkan keengganan masyarakat untuk menggunakan jenis kendaraan tersebut. UU No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan belum mengakomodasi legalitas penggunaan kendaraan listrik di jalan raya, baik sepeda motor listrik maupun mobil listrik.

Oleh karena itu, perlu adanya Peraturan Pemerintah (PP) sebagai turunan UU tersebut yang dapat memberikan peluang bagi industri mobil listrik di dalam negeri dan mendukung pemakaiannya di jalan raya (Tabel 6.1). Keberadaan PP tersebut diharapkan dapat mendorong berkembangnya industri kendaraan listrik dalam negeri, khususnya industri mobil listrik.

UU No. 22 Tahun 2009 terlalu membahas secara mendetail tentang persyaratan teknis laik jalan sehingga apabila di kemudian hari banyak perkembangan di bidang persyaratan teknis maka akan menyulitkan implementasinya. Contoh kekurangan yang terdapat dalam UU ini adalah hal yang terkait dengan sistem pembuangan (knalpot) karena kendaraan berbasis energi listrik tidak memiliki sistem pembuangan (nol emisi). Selain itu, legalitas kendaraan ini juga tersandung masalah keamanan pengguna jalan. Mobil listrik lebih efisien dan ramah lingkungan, namun mendatangkan masalah baru bagi pejalan kaki, terutama orang buta. Ini dikarenakan mobil listrik sama sekali tidak mengeluarkan suara kecuali suara gesekan ban dengan jalan saat kecepatan tinggi. Kondisi ini menjadi permasalahan bagi orang tuna netra karena tidak dapat mengetahui jika ada mobil listrik mendekat.

Hal serupa (usulan PP) juga dapat dilihat pada hasil rekomendasi lokakarya ‘Tenaga Listrik dan Mekatronik’ (28-12-2006) di kampus LIPI Bandung dengan tema ‘Legalitas Mobil Listrik di Jalan Raya’. Menurut Kasim dkk. (2010), rekomendasi tersebut tertuang dalam bentuk prosiding dan berisi sebagai berikut.

1. Rekomendasi legalitas, rekomendasi kepada Menteri Perhubungan RI untuk memfasilitasi perangkat aturan, sarana dan prasarana uji tipe mobil listrik.
 - a) Uji spesifikasi mobil listrik
 - b) Uji pengisian baterai mobil listrik
 - c) Uji sistem pengereman mobil listrik
 - d) Uji akselerasi mobil listrik
 - e) Uji konsumsi energi mobil listrik
2. Rekomendasi pendukung
 - a) Usulan pengalokasian anggaran penelitian untuk mobil listrik
 - b) Rekomendasi untuk perlakuan khusus industri nasional
 - c) Rekomendasi untuk infrastruktur

Saat ini pengujian dan sertifikasi mobil listrik dilakukan oleh Kementerian Negara Riset dan Teknologi (Menristek). Hal ini disebabkan belum adanya regulasi di Kementerian Perhubungan yang mengatur tentang mobil listrik. Selain itu, produk mobil listrik yang ada saat ini masih dianggap produk riset. Untuk mengatasi hambatan-hambatan yang terjadi terkait peraturan yang dibutuhkan, Presiden Susilo Bambang Yudhoyono telah memberi instruksi kepada Menteri Perindustrian, Menteri Perdagangan, dan Menteri Riset dan Teknologi agar segera menyelesaikan aturan-aturan mobil listrik sampai akhir tahun 2013 sehingga ada regulasi dasar terkait teknis sampai pemasaran.

Pada tahun 2014 diharapkan Inpres mengenai “Pengembangan Penelitian Mobil Listrik” sudah terbit yang selanjutnya diharapkan juga pada tahun 2015 dapat terbit peraturan tentang Industri Mobil Listrik Nasional. Saat ini pihak akademisi dan peneliti mengharapkan adanya tim khusus di Kemenperin untuk memulai membahas mengenai pengembangan industri mobil listrik nasional karena Kemenperin lah yang memukul ‘gong’ suatu produk mobil baru (mobil listrik).

Tabel 6.1 Topik pada Peraturan Pemerintah yang Diusulkan

No	Topik	Penjelasan
1	Definisi Kendaraan	Dalam UU No.22 Tahun 2009 sudah ada definisi tentang kendaraan bahwa kendaraan adalah suatu sarana angkut di jalan yang terdiri atas kendaraan bermotor dan tidak bermotor. Walaupun demikian diperlukan pengertian yang lebih jelas untuk didefinisikan lebih lanjut mengenai kendaraan listrik.
2	Persyaratan Teknis Laik Jalan	Pihak terkait seperti Kementerian Perhubungan perlu menindaklanjuti UU No. 22 Tahun 2009 dan memberi masukan terhadap Rancangan Peraturan Pemerintah yang terkait dengan kendaraan berbasis energi listrik berupa klausa-klausa yang ingin dican-tumkan. (desain,kontruksi, dimensi, performansi kendaraan di jalan).
3	Persyaratan Administrasi Laik Jalan	Persyaratan administrasi laik jalan masih ada dalam wewenang Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. Pihak-pihak terkait perlu mengupayakan agar secara administrasi pengembangan kendaraan berbasis energi listrik bisa terakomodasi dalam persyaratan administrasi laik jalan (STNK, BPKB, buku uji, izin trayek).
4	Fasilitas dan Keamanan <i>Charging</i>	Perlunya fasilitas dari pemerintah untuk memba-ngun stasiun pengisian energi yang letaknya strate-gis dan mudah dijangkau serta adanya jaminan ke-amanan serta keandalan fasilitas <i>charging</i> tersebut.
5	Keselamatan pengendara	Perlu adanya penambahan peralatan keamanan yang berkaitan dengan komponen listrik (isolator, pende-tekksi kebocoran arus).
6	Batas/standar untuk kebi-singan	Perlu adanya peralatan penghasil suara dengan stan-dar kekerasan tertentu sebagai penanda bagi pejalan kaki terutama bagi penyandang tuna netra. (misal suara beep...beep....).

2. INSENTIF YANG DIBUTUHKAN

Adanya PP No. 1 tahun 2007 tentang insentif pajak untuk produk-produk dibidang tertentu dapat dimanfaatkan oleh industri mobil listrik dalam negeri. Akan tetapi, aturan ini belum cukup bila dibandingkan dengan negara lain karena pemerintah masih perlu

memberikan insentif kepada produsen maupun konsumen agar dapat membantu perkembangan industri mobil listrik dalam negeri.

Insentif bagi konsumen mobil listrik berbeda di tiap negara seperti Amerika, Inggris, India, dan Cina. Sebagai contoh, India memberikan subsidi kepada masyarakat sebesar 15% dari harga mobil listrik. Industri dalam negeri juga menuntut ketersediaan dan keterjangkauan bahan dan alat yang memadai untuk produksi. Salah satu permasalahannya adalah pajak yang besar terhadap bahan dan alat yang diimpor dari luar negeri sehingga mengakibatkan biaya produksi semakin tinggi (Kasim *et al.*, 2010). Kebijakan dari beberapa negara untuk memajukan dan mengembangkan industri mobil listrik dalam negerinya dapat dilihat seperti pada Tabel 6.2.

Kementerian Keuangan menegaskan bahwa mobil listrik mendapat insentif pajak atau tak akan dikenai Pajak Pertambahan Nilai Barang Mewah (PPnBM) dengan syarat proporsi tingkat kandungan komponen dalam negeri (TKDN) meningkat di atas 60%. Untuk mendorong produksi mobil listrik di Indonesia, pemerintah telah menyediakan dua regulasi utama untuk meringankan produsen. Pertama adalah PPnBM atas impor barang modal berupa mesin dan peralatan pabrik sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 12 Tahun 2001 dan PP Nomor 31 Tahun 2007. Kedua, pembebasan Bea Masuk (*import duty*) impor mesin serta barang dan bahan untuk pengembangan dan pembuatan industri dalam rangka penanaman modal (PMK-176/PMK.011/2009 s.t.d.d PMK-76/PMK.011/2012). Hal tersebut juga di tegaskan oleh Kementerian Perindustrian.

Pemerintah harus memperlakukan mobil listrik setara atau lebih baik dibandingkan *low cost green car* (LCGC)/mobil murah ramah lingkungan). Insentif diberikan untuk mengurangi beban konsumen dengan menghilangkan kewajiban membayar PPnBM, namun tetap membayar PPN 10% dan Pajak Kendaraan Bermotor di daerah sebesar 10%. Dalam PP No.41 Tahun 2013 tentang Barang Kena Pajak yang Tergolong Mewah Berupa Kendaraan Bermotor yang Dikenai Pajak Penjualan atas Barang Mewah disebutkan bahwa mobil

LCGC memperoleh insentif tersendiri. Selain itu, pemerintah akan menambah insentif tersebut jika ada penambahan teknologi transmisi otomatis 15% dan atau jika menyediakan fitur keamanan sebanyak 10%.

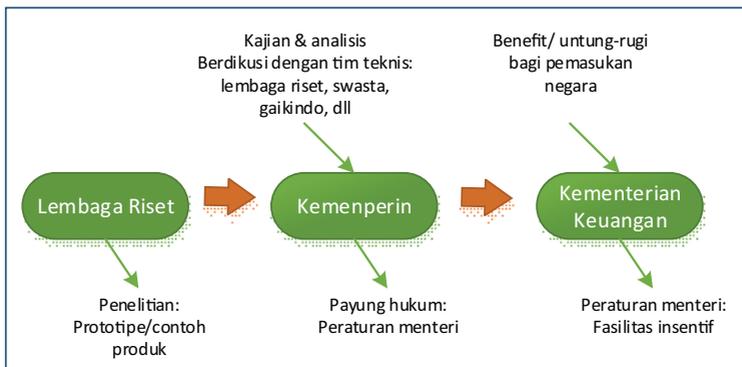
Insentif pajak bagi mobil listrik nasional yang akan diberikan pemerintah melalui Kementerian Keuangan merupakan masukan dari Kementerian Perindustrian. Kementerian Perindustrian melakukan kajian dan analisis melalui diskusi tim teknis yang melibatkan lembaga riset, swasta, Gaikindo, dan pihak-pihak terkait lainnya. Tim teknis akan merinci secara mendetail komponen mobil listrik dan menentukan bagian mana yang membutuhkan subsidi. Hasil kajian tersebut selanjutnya ditindaklanjuti hingga keluar payung hukum berupa Peraturan Menteri Perindustrian yang akan diteruskan kepada Kementerian Keuangan.

Selanjutnya, Kementerian Keuangan akan melakukan telaah dengan mempertimbangkan keuntungan dan kerugian yang akan ditanggung negara apabila ada pemberian insentif bagi pelaku industri dan pengguna mobil listrik tersebut. Di satu sisi negara akan mengalami kehilangan pendapatannya dalam bentuk Bea Masuk. Namun, di sisi lain apabila mobil listrik dapat diproduksi di dalam negeri maka akan ada *benefit* lain bagi negara seperti pemasukan berupa Pajak Pertambahan Nilai (PPN), Bea Balik Nama (BBN) kendaraan, membuka lapangan pekerjaan baru, dan pengurangan subsidi BBM (karena mobil listrik tidak menggunakan BBM). Alur pengajuan dan pemberian insentif oleh Kementerian Keuangan tertera pada Gambar 6.5.

Tabel 6.2 Kebijakan Mobil Listrik di Negara Lain (Kasim dkk., 2010)

No.	Negara	Kebijakan
1.	Amerika	<ul style="list-style-type: none">• Pemerintah memberikan investasi sebesar US\$2,5 miliar untuk pengembangan mobil listrik hibrid <i>plug-in</i> dan baterai.• Pemerintah mengeluarkan peraturan yang memberikan subsidi sebesar US\$7500 untuk konsumen yang membeli mobil listrik.
2.	Inggris	Sejak 2009 Pemerintah Inggris menganggarkan insentif sekitar 250 juta poundsterling untuk membangun pasar mobil listrik dan hibrid <i>plug-in</i> . Untuk setiap pembelian mobil tersebut diberikan subsidi 5.000 poundsterling.
3.	Belanda	Konsumen hanya membayar setengah dari harga mobil hibrid.
4.	Swiss	Potongan harga diberikan sesuai dengan tipe kendaraan yang dibeli, kisaran pemotongan harga antara 1.000–5.000 euro.
5.	Spanyol	Konsumen mendapatkan potongan harga sebesar 2.800 euro.
6.	Prancis	Konsumen mendapatkan potongan harga sebesar 2.000 euro.
7.	Portugal	Konsumen yang membeli mobil listrik dan hibrid hanya membayar setengah dari harga mobil tersebut.
8.	Belgia	Potongan harga diberikan berdasarkan besarnya level emisi CO ₂ . Semakin kecil emisinya, semakin besar potongannya. Potongan harga antara 15–30% untuk emisi dibawah 105 g/km.
9.	Luxemburg	Potongan harga sebesar 750 euro untuk emisi di bawah 120 g/km.
10.	Swedia	Potongan harga sebesar 1.000 euro untuk emisi di bawah 120 g/km.
11.	Austria	Potongan harga sebesar 500 euro untuk emisi di bawah 120 g/km.
12.	India	<ul style="list-style-type: none">• Memberikan subsidi kepada masyarakat sebesar 15% untuk pembelian mobil listrik.• Pemerintah memberikan jaminan kepada industri dalam hal ketersediaan dan terjangkaunya bahan dan alat yang memadai untuk industri.

13. Cina	<ul style="list-style-type: none"> • Pemerintah Cina berinvestasi sebesar 10 miliar yuan atau sekitar 890 juta pound sterling untuk biaya penelitian dan pengembangan mobil listrik. • Pemerintah mendorong industri menuju mobil listrik dengan memberikan hibah sebesar US\$1,5 miliar untuk membantu otomatisasi industri baru. • Pemerintah memberikan subsidi sebesar 6.500 pound sterling untuk setiap pembelian mobil listrik.
14. Malaysia	<ul style="list-style-type: none"> • Pemerintah Malaysia akan memberikan potongan pajak bagi produsen otomotif yang mengembangkan mobil listrik dan hibrid. Produsen asing diizinkan untuk memiliki 100% produksi pembuatan mobil listrik dan hibrid. • Detroit Electric berinvestasi di Malaysia sebesar US\$30 juta untuk membangun pusat penelitian dan pengembangan mobil listrik.
15. Singapura	Pemerintah Singapura membentuk kelompok kerja mobil listrik dan mengalokasikan dana sebesar US\$20 juta untuk infrastruktur pengembangan dan <i>test bed</i> kendaraan.



Gambar 6.5 Alur Pemberian Insentif

BAB 7

Penutup

Penggunaan mobil listrik nasional merupakan salah satu cita-cita masyarakat Indonesia saat ini. Bila berbicara tentang mobil nasional, kita teringat era 1990-an di mana pada saat itu mulai dipelopori lahirnya mobil nasional yang dikeluarkan oleh Mazda dengan variannya yaitu Mazda MR90 yang memiliki arti ‘Mazda Mobil Rakyat tahun 1990’. Selanjutnya, pada tahun 1996 diluncurkan mobil nasional dengan nama Timor yang memiliki kepanjangan ‘Teknologi Industri Mobil Rakyat’.

Setelah vakum cukup lama dan tidak terdengar lagi istilah mobil nasional, muncul salah satu karya anak bangsa asal Kota Solo, Jawa Tengah dengan nama Mobil Kiat Esemka. Mobil nasional yang didukung oleh Wali Kota Solo saat itu, Joko Widodo, mulai dikenal masyarakat sekitar 2012. Mobil Esemka merupakan mobil hasil rakitan siswa-siswa Sekolah Menengah Kejuruan yang bekerja sama dengan perguruan tinggi dan beberapa perusahaan dalam negeri. Belakangan muncul nama Menteri BUMN, Dahlan Iskan, dengan program mobil listrik nasional.

Mobil listrik nasional yang didukung oleh Dahlan Iskan cukup menarik perhatian masyarakat Indonesia yang saat ini rindu akan produk dalam negeri. Program mobil listrik juga mendapat perhatian langsung dari Presiden Republik Indonesia, Susilo Bambang Yudhoyono. Dukungan langsung dari presiden ditindaklanjuti oleh jajaran menteri di bawahnya seperti Menteri Pendidikan dan Kebu-

dayaan yang menugaskan perguruan tinggi negeri untuk melakukan penelitian tentang mobil listrik. Begitu pula Kementerian Riset dan Teknologi yang juga ikut berperan dalam mendukung program mobil listrik nasional dengan menugaskan lembaga riset (LPNK) untuk melakukan penelitian terkait hal tersebut. Peran serta lainnya adalah Menteri BUMN yang melibatkan perusahaan BUMN untuk terlibat dalam pembuatan mobil listrik nasional.

Jika ingin benar-benar mewujudkan program mobil listrik nasional, diperlukan dukungan yang serius dari berbagai pihak, terutama dukungan nyata dari pemerintah yang diwujudkan dalam bentuk program nasional yang berkelanjutan yang tertuang dalam *grand plan* dan *roadmap* yang jelas. Perlu kerja sama yang sinergis dan berkesinambungan antara pemerintah, perguruan tinggi, lembaga litbang, dan swasta untuk menyukseskan program mobil listrik nasional tersebut.

Sebenarnya bangsa ini memiliki kemampuan dalam penguasaan teknologi mobil listrik yang tidak kalah dengan bangsa lain. Perguruan tinggi seperti ITB, UGM, ITS, UI, dan UNS sudah menunjukkan mobil listrik hasil karyanya. Begitupun LPNK seperti LIPI dan BPPT, pihak swasta, dan BUMN juga telah menghasilkan karya nyata prototipe mobil listrik. PT PLN, PT Pindad, PT Dirgantara Indonesia, PT Industri Kereta Api (INKA), dan PT Len Industri adalah perusahaan yang bernaung di bawah bendera BUMN yang diarahkan untuk terlibat dalam pengembangan industri mobil listrik nasional.

Potensi kemampuan anak bangsa yang ada saat ini masih belum maksimal diberdayakan. Apabila dikoordinasi dan disatukan dengan baik maka bukanlah suatu hal yang mustahil untuk mewujudkan dan menyukseskan program mobil listrik nasional walaupun dalam perjalanannya akan terbentur dengan beberapa persoalan. Persoalan yang menjadi tantangan dan dapat menyebabkan tidak berkembangnya mobil listrik antara lain adalah harga mobil listrik yang mahal, jarak tempuh terbatas, dan stasiun pengisian listrik umum (SPLU) yang

belum tersedia. Hal tersebut juga secara teknis dapat diatasi dengan kerja sama penelitian dan pengembangan teknologi mobil listrik oleh perguruan tinggi dan lembaga riset yang ada, sedangkan pemecahan masalah nonteknis dapat diatasi apabila ada peran serta pemerintah melalui kebijakan yang mendukung program mobil listrik nasional.

Selain adanya *grand plan* dan *roadmap* industri mobil listrik nasional yang jelas, pemerintah harus mengeluarkan kebijakan yang tertuang dalam peraturan yang mendukung program mobil listrik nasional. Peraturan tersebut meliputi legalitas penggunaan mobil listrik, Standar Nasional Indonesia, insentif bagi pelaku usaha dalam negeri yang mendukung mobil listrik nasional, dan insentif bagi masyarakat agar tertarik membeli mobil listrik nasional. Urusan tentang pemberian insentif bagi industri dan pengguna mobil listrik nasional ini, Kementerian Keuanganlah yang berwenang untuk mengaturnya.

Saat ini masyarakat menginginkan mobil listrik dengan harga terjangkau dan dengan kualitas yang baik. Harga mobil listrik yang saat ini masih mahal dapat ditekan melalui subsidi dari pemerintah seperti yang diberikan kepada produsen mobil murah ramah lingkungan atau lebih dikenal dengan istilah *Low Cost Green Car* (LCGC). Ini sangat realistis mengingat mobil listrik memiliki kelebihan dibandingkan mobil murah ramah lingkungan di mana mobil listrik lebih hemat energi dan bebas polusi atau nol emisi.

Kementerian Lingkungan Hidup dapat berperan serta menyosialisasikan kepada masyarakat luas mengenai kelebihan mobil listrik yang hemat energi dan ramah lingkungan tersebut.

Pemerintah dan BUMN harus memelopori penggunaan mobil listrik nasional dengan menggunakan mobil listrik hasil karya anak bangsa sebagai kendaraan dinas operasionalnya. Hal tersebut dilakukan sebagai langkah awal untuk membuka segmen pasar mobil listrik supaya masyarakat dapat melihat keseriusan pemerintah dalam mengembangkan industri mobil listrik nasional.

Pemerintah juga harus memelopori pembangunan sarana dan prasarana SPLU di mana infrastruktur ini sangatlah penting untuk

menunjang berkembangnya pemakaian mobil listrik oleh masyarakat luas. PT PLN dapat dilibatkan untuk pembangunan SPLU yang suplai listriknya dijamin ketersediaannya melalui peraturan yang dikeluarkan oleh Kementerian ESDM.

Pembangunan industri pendukung serta ketersediaan bengkel dan suku cadang sebagai penunjang dalam layanan purna jual mobil listrik juga mutlak diperlukan. Kementerian Perindustrian harus menyiapkan industri pendukung mobil listrik tersebut. Di lain pihak, Kementerian Perdagangan dapat membuat regulasi untuk memproteksi industri mobil listrik nasional agar lebih berkembang.

Kata kunci untuk keberhasilan program industri mobil listrik nasional adalah keseriusan dan dukungan nyata dari pemerintah serta sinergi dari semua pihak yang terlibat di dalamnya. Hal tersebut sangat mutlak diperlukan untuk mendorong terbentuknya industri mobil listrik nasional guna mewujudkan kemandirian industri dalam negeri khususnya industri otomotif mobil listrik nasional. Kemandirian industri otomotif mutlak diperlukan karena saat ini industri otomotif di Indonesia dikuasai oleh pabrikan asing.

Ketersediaan sumber energi listrik sangatlah penting karena bila mobil listrik beredar di Indonesia maka kebutuhan energi listrik pasti akan meningkat. Dari analisis dan perhitungan yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa dengan kondisi kelistrikan di Indonesia saat ini, jumlah mobil listrik yang dapat dicas secara bersamaan pada saat beban puncak yaitu dari pukul 17.00–22.00 (waktu setempat) adalah 447.500 unit kendaraan dengan daya 6.000 W tiap satu unitnya. Di luar waktu beban puncak, jumlah mobil listrik yang dapat dicas secara bersamaan jumlahnya dapat mencapai sekitar 2.103.212 unit kendaraan. Untuk mendukung rencana program mobil listrik nasional, ketersediaan energi listrik ini perlu dipikirkan perkembangannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. 2012. *Profil Mobil Listrik Nasional*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Badan Pusat Statistik. 2013. “Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis tahun 1987–2012”. [Online] 2013. [Cited: 1 20, 2014.] http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?table=1&id_subyek=17¬ab=12.
- Badan Pusat Statistik. 2012. “Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis tahun” 1987–2010. [Online]. http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?tabel=1&daftar=1&id_subyek=17¬ab=12.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat. 2012. *Jawa Barat Dalam Angka 2011*. Bandung: BPS Provinsi Jawa Barat.
- Badan Pusat Statistik Provinsi D.I. Yogyakarta. 2009. *Daerah Istimewa Yogyakarta Dalam Angka 2008*. 110200134th eds. *Bidang Integrasi Pengolahan dan Diseminasi Statistik*, Ed. Yogyakarta. Indonesia: BPS Provinsi D.I. Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik Provinsi D.I. Yogyakarta. 2008. *Daerah Istimewa Yogyakarta Dalam Angka 2006/2007*, 140334th eds. *Bidang Integrasi Pengolahan dan Diseminasi Statistik*, Ed. Yogyakarta. Indonesia: BPS Provinsi D.I. Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Banten. 2012. *Banten Dalam Angka 2011*. 110200136th eds”. *Bidang Neraca Wilayah dan Analisis*, Ed. Banten. Indonesia: BPS Provinsi Banten.
- Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta. 2011. *Jakarta Dalam Angka 2011*. 110200131st eds. *Bidang Neraca Wilayah dan Analisis*, Ed. Jakarta. Indonesia: BPS Provinsi DKI Jakarta.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah. 2012. *Jawa Tengah Dalam Angka 2011*. 110200133rd eds. *Bidang Neraca Wilayah dan Analisis*, Ed. Semarang. Indonesia: BPS Provinsi Jawa Tengah dan Bappeda Provinsi Jawa Tengah.

- Badan Pusat Statistik Provinsi D.I. Yogyakarta. 2010. *Daerah Istimewa Yogyakarta Dalam Angka 2009*. 110200134th eds. Badan Integrasi Pengolahan dan Diseminasi Statistik, Ed. Yogyakarta. Indonesia: BPS Provinsi D.I. Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. 2012. *Jawa Timur Dalam Angka 2011*. 110200135th eds. Bidang Neraca Wilayah dan Analisis Statistik, Ed. Surabaya. Indonesia: BPS Provinsi Jawa Timur.
- Bank Indonesia. 2012. *Neraca Pembayaran Indonesia Triwulan Keempat 2011*.
- Deutsche Bank. 2009. "Electric Cars: Plugged In 2-A mega-theme gains. *Autos & Auto Parts Electric Cars: Plugged In 2*. [Online] 11 3, 2009. [Cited: 28 1, 2014.] <http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCUQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.electricdrive.org%2Fblog%2Fid%2FGetDocument.Action%2Fid%2F27915&ei=fb3nUqeSG82nrgfF94HLAQ&usq=AFQjCNGjk2VOVD7ltNpov6XXPuTOt7pVim&bvm=bn.59930103,d.bmk&cad=rja>.
- Dewan Nasional Perubahan Iklim. 2010. "Peluang dan Kebijakan Pengurangan Emisi - Laporan Teknis Sektor Transportasi". *dnp.i.go.id*. [Online] 3 2010. [Cited: 1 28, 2014.] dnp.i.go.id/DMS.V3/download.php?id=241.
- Direktur Jenderal Anggaran Kementerian Keuangan. Konferensi Pers tanggal 6 Januari 2014.
- Gaikindo. 2013. "Domestic Auto Market & Exim". [Online] 2013. [Cited: 1 28, 2014.] http://gaikindo.or.id/index.php?option=com_content&task=view&id=372&Itemid=145.
- Hida, Ramdhania El. 2012. "BPS: Mobil Dinas Cuma Sedikit, Penghematan BBM Kecil". [Online] *finance.detik.com*, 6 1, 2012. [Cited: 1 20, 2014.] <http://finance.detik.com/read/2012/06/01/170937/1930688/1034/bps-mobil-dinas-cuma-sedikit-penghematan-bbm-kecil>.
- IndexMundi. 2011. "Indonesia Crude Oil production and Consumption by Year". [Online] IndexMundi, 2011. [Cited: January 27, 2012.] <http://www.indexmundi.com/energy.aspx?country=id&product=oil&graph=production+consumption>.
- Institut Teknologi Bandung. 2012. *Menerawang ke Depan Mobil Listrik ITB*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Institut Teknologi Sepuluh Nopember. 2012. *Profil Mobil Listrik Nasional*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Kasim, Muhammad dkk. 2010. *Kebijakan Nasional Mobil Listrik Hibrid*. Bandung: LIPI Press.

- Kementerian ESDM. 2014. "Siaran Pers: Kinerja Sektor ESDM Tahun 2013: Mempertahankan Penerimaan Negara, Mendorong Energi Terbarukan 2014."
- Kemeterian Perindustrian. 2013. "PT Grain Luncurkan 100 Mobil Listrik". [Online] Kementerian Perindustrian, 2013. [Cited: 12 3, 2013.] <http://www.kemendperin.go.id/artikel/5401/PT-Grain-Luncurkan-100-Mobil-Listrik>.
- Maruli, Aditia. 2012. "Penggerak Mobil Listrik Diproduksi BUMN PT Len Industri". [Online] otomotif.antaranews.com, 8 15, 2012. [Cited: 12 3, 2013.] <http://otomotif.antaranews.com/berita/327837/penggerak-mobil-listrik-diproduksi-bumn-ptlen-industri>.
- Massachusetts Institute of Technology. 2008. *On the Road in 2035: Reducing Transportation's Petroleum Consumption and GHG Emissions*.
- MATRIK, Masyarakat Teknologi Transportasi Listrik. 2008. *Rencana Strategis MATRIK: Peranan Penting Transportasi Listrik dalam Mengembalikan Ketahanan Energi Bangsa Indonesia*. Bandung : s.n., 2008.
- Mohamad, Ardyan. 2013. "Hidayat: Mobil murah dan listrik bebas bea masuk dan PPnBM". [Online] merdeka.com, 1 11, 2013. [Cited: 12 3, 2013.] <http://www.merdeka.com/uang/hidayat-mobil-murah-dan-listrik-bebas-bea-masuk-dan-ppnbm.html>.
- oto.detik.com. 2011. "Akhir Hidup Mobil Aneh Aptera". [Online] 12 5, 2011. [Cited: 1 20, 2014.] <http://oto.detik.com/read/2011/12/05/132451/1782814/1207/akhir-hidup-mobil-aneh-aptera>.
- otomotif.antaranews.com. 2011. "Pabrik Mobil Listrik 'Bangkit dari Kubur'". [Online] 8 11, 2011. [Cited: 1 20, 2014.] <http://otomotif.antaranews.com/berita-otomotif/1313054541/pabrik-mobil-listrik-bangkit-dari-kubur>.
- otosia.com. 2013. "Mobil Listrik Tak Kena Pajak Barang Mewah". [Online] otosia.com, 1 6, 2013. [Cited: 22 1, 2014.] <http://www.otosia.com/berita/mobil-listrik-tak-kena-pajak-barang-mewah.html>.
- Perusahaan Listrik Negara. 2010. *Statistik PLN 2009*. Jakarta: Sekretariat Perusahaan PT PLN (Persero).
- Perusahaan Listrik Negara. 2011. *Statistik PLN 2010*. Jakarta: Sekretariat Perusahaan PT PLN (Persero).
- Perusahaan Listrik Negara. 2012. *Statistik PLN 2011*. Jakarta: Sekretariat Perusahaan PT PLN (Persero).
- Perusahaan Listrik Negara. 2013. *Statistik PLN 2012*. Jakarta: Sekretariat Perusahaan PT PLN (Persero).

- Perusahaan Listrik Negara. 2011. *Statistik PLN P3B JB 2010*. Jakarta: Sekretariat Perusahaan PT PLN (Persero).
- Pratama, Adiatmaputra Fajar. 2013. “Mobil LCGC Bebas Pajak Barang Mewah”. [Online] [tribunnews.com](http://www.tribunnews.com/bisnis/2013/09/24/mobil-lcgc-bebas-pajak-barang-mewah), 9 24, 2013. [Cited: 12 3, 2012.] <http://www.tribunnews.com/bisnis/2013/09/24/mobil-lcgc-bebas-pajak-barang-mewah>.
- Prihandoko, Bambang. 2013. *Pembentukan Timnas Penelitian dan Pengembangan Mobil Listrik Nasional*.
- Pusdatin ESDM. 2012. *Kajian Indonesia Energy Outlook 2011*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Pusdatin ESDM. 2010. *Indonesia Energy Outlook 2010*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Puslit Telimek. 2012. *Brosur Hybrid Vehicle*. Bandung: Puslit Telimek-LIPI.
- Puslit Telimek. 2012. *Brosur Electric Bus*. Bandung: Puslit Telimek-LIPI.
- Puslit Telimek. 2013. *Brosur Electric Bus: Executive Mobile Meeting*. Bandung: Puslit Telimek-LIPI.
- Puslit Telimek. 2013. *Brosur Electric Car*. Bandung: Puslit Telimek-LIPI.
- Puslit Telimek. 2012. *Brosur Electric Vehicle Conversion*. Bandung: Puslit Telimek-LIPI.
- Puslit Telimek. 2010. *Brosur Marlip*. Bandung: Puslit Telimek-LIPI, 2010.
- Puslit Telimek. 2012. *Profil Mobil Listrik Nasional*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Putra, Idris Rusadi. 2013. “Mobil Listrik Terbaru Dahlan Gunakan Baterai Made in Indonesia”. [Online] merdeka.com, 8 20, 2013. [Cited: 12 3, 2013.] [www.merdeka.com/uang/mobil-listrik-terbaru-dahlan-gunakan-baterai-made-in-indonesia.html](http://merdeka.com/uang/mobil-listrik-terbaru-dahlan-gunakan-baterai-made-in-indonesia.html).
- Rivaldi, Mario. 2012. *Teknologi Kunci Mobil Listrik Nasional*. Bandung: Masyarakat Transportasi Teknologi Listrik.
- Rokhmat. 2012. “Anatomi Mobil Listrik”. [Online] 2012. [Cited: 3 20, 2014.] <http://rokhmat97.blogspot.com/2012/12/anatomi-mobil-listrik.html>.
- Sasrawan, Hedi. 2012. “Mobil Listrik Pindad”. [Online] 2012. [Cited: 1 20, 2014.] <http://bedisasrawan.blogspot.com/2012/11/mobil-listrik-pindad.html>.
- Subekti, Ridwan Arief, dkk. 2010. *Kebijakan Teknis Mobil Listrik Hibrid*. Jakarta: LIPI Press.
- Subekti, Ridwan Arief, Agus Hartanto, dan Vita Susanti. 2012. *Arab dan Kebijakan yang Diperlukan dalam Menunjang Penelitian Mobil Listrik Hibrid*. Bandung: Puslit Telimek-LIPI.

- Susanti, Vita dkk. 2013. “Melepas Ketergantungan Subsidi BBM melalui Program Konversi BBG pada Kendaraan untuk Menuju Ketahanan Energi Nasional”. *Jurnal Kebijakan Iptek & Manajemen Litbang, Volume 11 Nomor 1 Tahun 2013*, Pappiptek-LIPI.
- Suselo. 2012. “Pembunuh Mobil Listrik Amerika”. [Online] *kompas.com*, 9 19, 2012. [Cited: 1 24, 2014.] <http://hiburan.kompasiana.com/film/2012/09/19/pembunuh-mobil-listrik-amerika-488070.html>.
- Sutianto, Feby Dwi. 2013. “Tahun Depan, Masyarakat Bisa Beli Mobil Listrik Buatan Dalam Negeri”. [Online] *finance.detik.com*, 10 22, 2013. [Cited: 12 3, 2013.] <http://finance.detik.com/read/2013/10/22/164852/2392496/1036/tahun-depan-masyarakat-bisa-beli-mobil-listrik-buatan-dalam-negeri>.
- trekko.blogspot.com. 2008. [Online] 2 27, 2008. [Cited: 1 20, 2014.] <http://trekko.blogspot.com/>.
- unicindonesia.blogspot.com. 2013. “Kumpulan Mobil Listrik Buatan Indonesia”. [Online] 2013. [Cited: 1 20, 2014.] <http://unicindonesia.blogspot.com/2013/03/kumpulan-mobil-listrik-buatan-indonesia.html>.
- Universitas Gadjah Mada. 2012. *Profil Mobil Listrik Nasional*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Universitas Indonesia. 2012. *Profil Mobil Listrik Nasional*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Universitas Sebelas Maret. 2012. *Profil Mobil Listrik Nasional*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Wiyanti, Sri. 2013. “Dahlan Resmikan Pabrik Baterai Lithium Pertama di Indonesia”. [Online] *merdeka.com*, 7 13, 2013. [Cited: 12 3, 2013.] www.merdeka.com/uang/dahlan-resmikan-pabrik-baterai-lithium-pertama-di-indonesia.html.
- www.beritadulu.com. 2013. “Ini Dia Model Motor Listrik Milik Dahlan Iskan”. [Online] 2013. [Cited: 1 20, 2014.] <http://www.beritadulu.com/5742-ini-dia-model-motor-listrik-milik-dahlan-iskan.html>.
- www.betrix.co.id. 2007. [Online] 8 1, 2007. [Cited: 1 20, 2014.] <http://www.betrix.co.id/productlineup.php>.
- www.dapurpacu.com. 2013. “KIA Soul EV akan Diniagakan di Luar Korea”. [Online] 11 12, 2013. [Cited: 11 29, 2013.] <http://www.dapurpacu.com/kia-soul-ev-akan-diniagakan-di-luar-korea/>.
- www.emoto.e-friends.ws/. 2008. [Online] 2008. [Cited: 1 20, 2014.] <http://www.emoto.e-friends.ws/>.

- www.grain.co.id. 2012. [Online] 2012. [Cited: 1 20, 2014.] <http://www.grain.co.id/static/2/products.html>.
- www.merdeka.com. 2013. “Salip Indonesia, Kamboja Luncurkan Mobil Listrik”. [Online] 1 11, 2013. [Cited: 11 29, 2013.] <http://www.merdeka.com/otomotif/salip-indonesia-kamboja-luncurkan-mobil-listrik.html>.
- www.mitsubishicars.com. 2013. [Online] 2013. [Cited: 12 5, 2013.] <http://www.mitsubishicars.com>.
- www.sepedalistrik.com. [Online] [Cited: 11 29, 2013.] <http://www.sepedalistrik.com/index.php?page=3mobil-listrik-dengan-tampilan-modern-yang-terkesan-jabat>.
- www.teslamotors.com. 2013. [Online] 2013. [Cited: 11 29, 2013.] <http://www.teslamotors.com/>.
- www.toyota.astra.co.id. 2013. *City Car* Masa Depan. [Online] 2013. [Cited: 11 29, 2013.] <http://www.toyota.astra.co.id/product/concept-car/#ft-ev-ii>.
- www.wimcycle.com. 2009. Zero-9. [Online] 2009. [Cited: 1 20, 2014.] <http://www.wimcycle.com/wp-blog/archives/1195>.
- www.wikipedia.org. 2014. Mobil Listrik. [Online] 1 14, 2014. [Cited: 1 20, 2014.] http://id.wikipedia.org/wiki/Mobil_listrik.
- Yudhi, Yudha. 2013. Apa yang Terjadi dengan Tuxuci? [Online] 2013. [Cited: 1 20, 2014.] <http://reneondes.blogspot.com/2013/01/apa-yang-terjadi-dengan-tuxuci.html>.

Index

A

- aerodinamis 6
- Alternatif xix, xxi, 3, 4
- Anggaran penelitian 10, 111
- Angkutan kota 10, 89, 91
- Angkutan umum massal 9, 77, 89, 107

B

- Badan Standardisasi Nasional (BSN) 8
- bahan bakar minyak (BBM) xxi, 1
- bahan baku 9, 77, 101, 103
- Bappenas xv, 8, 106
- Baterai vi, 16, 17, 18, 19, 22, 24, 36, 38, 46, 57, 59, 70, 71, 72, 82, 83, 96, 124, 125
- Beban Puncak vi, x, xiii, 94, 97, 98, 99
- Berkelanjutan vii
- berkembang 9, 32, 33, 75, 78, 101, 103, 120
- Biaya operasional 10, 83
- Biaya perawatan 18
- BPPT vi, xv, xxi, 9, 68, 72, 105, 118
- Break Even Point* (BEP) 49
- BUMD xii, xv, 9, 77, 86, 88, 89

BUMN vi, xii, xv, 8, 9, 11, 30, 38, 39, 41, 42, 45, 46, 75, 77, 86, 88, 89, 102, 107, 108, 117, 118, 119, 123

D

Dalam negeri vi, xxii, xxv, 1, 9, 11, 31, 35, 36, 37, 50, 56, 74, 76, 77, 81, 101, 102, 103, 106, 108, 109, 111, 112, 113, 117, 119, 120, 125
dukungan pemerintah 103

E

Efisien 4, 109

Ekuivalen 4

Emisi xii, 4, 7, 15, 78, 80, 89, 109, 114, 119, 122

Energi fosil 6, 82

Energi kinetik penggerak 6

Energi Listrik xxi, 4, 6, 11, 13, 16, 18, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 109, 111, 120

Energi panas 6

F

Fasilitas 9, 43, 75, 107, 110, 111

Fleksibel 7

Fokus riset 35

G

Gaikindo 10, 89, 90, 113, 122

Global xvi, 8, 14, 29, 30

Grand plan 9, 102, 118, 119

H

Hak Kekayaan Intelektual (HKI) 103

Harga 7, 9, 14, 17, 22, 30, 43, 74, 78, 81, 82, 83, 85, 101, 112, 114, 118, 119

Hari Kebangkitan Teknologi Nasional xvi, 103

Hilir xi, 6, 7, 9, 77

Hulu xi, 6, 7, 9, 77

I

Industri baterai 9, 46, 101

Industri mobil listrik nasional xxii, xxiii, xxvi, 8, 9, 10, 11, 38, 46, 73, 75, 77, 78, 85, 86, 89, 102, 103, 107, 108, 111, 118, 119, 120

Industri Otomotif xvii, xxii, 101

Industri pendukung 9, 76, 101, 103, 106, 120

Infrastruktur 74, 129

Insentif vii, xiii, xxv, 74, 75, 112, 113, 115, 129

Instruksi Presiden 129

Investasi 19, 27, 43, 75, 80, 102, 103, 114, 115

ITB xii, xvi, xxi, 9, 44, 50, 51, 56, 70, 105, 118, 122, 134

ITS ix, xii, xvi, xxi, 9, 42, 56, 58, 59, 71, 105, 118

J

Jalan raya 10, 20, 78, 107, 109

Jangka panjang 102

Jarak tempuh 9, 18, 19, 25, 26, 31, 55, 73, 79, 83, 85, 88, 89, 108, 118

Jawa Barat 10, 42, 46, 105, 121, 129

K

Kapasitas mesin ix, 10, 90

Keekonomisan mobil listrik vi, 81

Kegiatan penelitian dan pengembangan 9

Kelangkaan v, xix, xxi, 1,

Kemampuan vi, xxii, xxv, 11, 14, 23, 24, 35, 37, 38, 41, 46, 47, 49, 56, 59, 118

Kemandirian bangsa v, xxvi, 8, 10, 77

Kemandirian industri 8, 11, 101, 108, 120

Kementerian BUMN 8, 30, 106

Kementerian ESDM 8, 94, 107, 120, 123

Kementerian Keuangan 8, 81, 106, 112, 113, 119, 122

Kementerian Lingkungan Hidup 8, 107, 119
Kementerian Pendidikan Nasional 8, 106
Kementerian Perdagangan 8, 107, 120
Kementerian Perhubungan 8, 42, 107, 110, 111
Kementerian Perindustrian 8, 43, 76, 77, 106, 112, 113, 120, 123
Kementerian Riset dan Teknologi xvi, xxv, 8, 35, 40, 65, 105, 106, 118
Kendaraan konvensional xi, xii, 5, 6, 7, 37, 82, 86, 109
Kendaraan listrik v, vi, xi, xii, 3, 4, 6, 7, 11, 13, 21, 22, 26, 30, 36, 41, 66, 83, 84, 85, 86, 89, 108, 109, 111
Kepolisian 8, 33, 107
Keputusan Menteri 107
Keputusan Presiden 107
Ketergantungan 1, 2, 10, 35, 81
Ketersediaan energi listrik 11, 93, 120
Komitmen 101
Komponen xi, xii, xvii, 7, 10, 15, 16, 17, 26, 31, 36, 37, 39, 43, 45, 46, 50, 51, 53, 54, 56, 62, 74, 76, 77, 101, 102, 103, 106, 107, 111, 112, 113
Koordinasi xxii, 55, 105, 118
Krisis energi v, xix, 1, 2, 14
Kunci penggerak 101

L

Legalitas mobil listrik 10, 108, 109
Lembaga litbang 8, 118
LIPI iii, iv, vi, xi, xii, xvi, xix, xx, xxi, xxii, xxvii, 9, 32, 33, 46, 59, 61, 63, 64, 65, 66, 71, 72, 83, 84, 85, 96, 105, 109, 118, 122, 124, 125, 133, 134, 135
Low cost green car (LCGC) 112, 119
LPNK xvi, 9, 106, 118

M

Mass Rapid Transit (MRT) 89, 107
Material 9, 57, 101

Menko Ekuin xvi, 8
Menko Kesra xvi, 8
Mobil dinas pemerintah xii, 9, 77, 86, 88, 89
Mobil murah ramah lingkungan 75, 112, 119
Mobil nasional 117
Motor listrik 16, 17, 31, 40, 83

N

Net importer 1, 81

O

Otomotif xvii, xxii, 101

P

Pajak Pertambahan Nilai Barang Mewah (PPnBM) 112
Pajak Pertambahan Nilai (PPN) 113
Pangsa pasar 8, 9, 77, 86, 88, 108
Payung hukum 10, 113
Peluang pasar vi, 85, 86
Pemerintah vii, x, xvi, xvii, 8, 9, 22, 45, 74, 77, 78, 80, 83, 107, 108, 109, 110, 112, 114, 115, 119
Pengambil keputusan 11
Pengembangan iv, xiii, xvii, xix, xxi, xxii, xxv, 8, 41, 73, 74, 75, 77, 79, 101, 105, 106, 111, 123, 124
Peraturan Menteri 85, 113
Peraturan Pemerintah x, xvii, 107, 109, 110, 112
Perencanaan xv, 10, 77
Perguruan Tinggi vi, xxi, xxii, xxvii, 8, 9, 11, 38, 47, 55, 58, 103, 105, 106, 117, 118, 119
Permasalahan 9, 32, 109, 112
Platform xxii, 36, 37, 76
Pola konsumsi xi, 1, 2, 3
Potensial 10, 14, 27, 89
Produksi massal 8, 10, 14, 35, 42

Program mobil listrik nasional 41, 102, 105
Proteksi 10, 120
Pusat Pengembangan Teknologi dan Industri Otomotif (PPTI-O)
xxii, 101
Putra Petir vi, 35, 38, 41, 42, 44, 45

R

Regulasi xxii, 79, 80, 107, 110, 112, 120
Roadmap xiii, 102, 104, 123

S

Sinergis dan berkesinambungan 8, 118
Sistem kendali elektronik xxii, 36, 37, 37, 76
Sistem manajemen energi 15
Sistem pengisian xxii, 18, 19, 25, 36, 37, 62, 76
Standar Nasional Indonesia (SNI) 10, 101
Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) 18, 39
Stasiun Pengisian Listrik Umum (SPLU) 10, 17, 39, 74, 108
Strategi xiii, 103, 105
Subsidi xxi, 22, 74, 81, 82, 85, 108, 112, 113, 119, 114, 115, 125
Sumber daya manusia xvii, xxii, 9

T

Teknologi kunci ix, xi, xxii, 35, 36, 38, 124
Terbarukan xvi, 22, 123, 133
Tingkat Kandungan Komponen Dalam Negeri (TKDN) 76, 112
Transfer teknologi 10, 35
Transportasi xix, xxi, xxvi, 2, 3, 8, 10, 14, 24, 35, 59, 122, 123, 124,

U

Uji kelayakan 10

Biodata Penulis

RIDWAN ARIEF SUBEKTI

Lahir di Jakarta pada tanggal 7 November 1976. Menamatkan pendidikan Strata 1 dari jurusan Teknik Mesin, Universitas Trisakti, Jakarta. Saat ini bekerja sebagai peneliti dengan jabatan fungsional Peneliti Muda di Pusat Penelitian Tenaga Listrik dan Mekatronik LIPI dengan bidang kepakaran Energi Terbarukan dan Kebijakan Teknis. Bidang energi terbarukan yang banyak digeluti yaitu energi air dan energi angin yang meliputi survei potensi, penyusunan studi kelayakan, dan penyusunan Detail Engineering Design (DED) sampai pada tahap perancangan dan pembangunan sistem pembangkit listrik. Sementara itu, kajian teknis di bidang energi dan ilmu pengetahuan yang sering dilakukan adalah kajian tentang mobil listrik hibrid, kajian tentang bahan bakar gas (BBG), dan lainnya.

HENNY SUDIBYO

Lahir di Bantul, 12 Desember 1979. Lulus sarjana Teknik Industri UGM Yogyakarta tahun 2003. Sejak tahun 2005 hingga saat ini bekerja sebagai staf peneliti LIPI di Pusat Penelitian Tenaga Listrik dan Mekatronik LIPI Bandung. Tahun 2008–2010 kembali sekolah dengan beasiswa LIPI di Program Pascasarjana Jurusan Teknik Mesin UGM program Energi terbarukan. Saat ini masih sebagai peneliti LIPI di bidang energi terbarukan serta teknik industri.

VITA SUSANTI

Lahir di Banjarmasin pada tanggal 4 Mei 1982. Menamatkan pendidikan Strata 1 dari program studi Ilmu Komputer Institut Sains & Teknologi Akprind, Yogyakarta. Saat ini bekerja sebagai peneliti dengan jabatan fungsional Peneliti Pertama di Pusat Penelitian Tenaga Listrik dan Mekatronik LIPI dengan bidang kepakaran teknik pemrograman dan kebijakan. Beberapa tahun terakhir ini sering melaksanakan kajian bidang energi dan hankam. Kajian yang telah dilakukan antara lain, Kajian Mobil Listrik Hibrid, Kajian Konversi dari BBM ke BBG, Kajian Pengunci Sasaran Bergerak, Kajian *Startup Company* untuk Produk Mobil Listrik dan Konverter Gas serta Kajian Sistem Integrasi Turret.

HENDRI MAJA SAPUTRA

Lahir di Jakarta, 1984. Setelah menyelesaikan studi Strata 1 di Jurusan Teknik Mesin (Bidang Keahlian Konstruksi) Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tahun 2006, penulis bekerja pada perusahaan swasta milik asing (Jepang) yang bergerak di bidang elektronik sebagai *Production Engineering Staff*. Pada Januari tahun 2008 penulis mulai bekerja di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia sebagai peneliti dengan bidang kepakaran Robotik dan Mekatronik. Pada tahun 2010 penulis menyelesaikan studi Strata 2 dari Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara dengan bidang fokus Dinamika dan Sistem Kontrol, Institut Teknologi Bandung (ITB). Saat ini penulis bekerja secara aktif di Pusat Penelitian Tenaga Listrik dan Mekatronik dan melakukan penelitian terkait *robot mobile* di bidang pertahanan dan keamanan.

AGUS HARTANTO

Lahir di Tawangmangu (Solo) pada tanggal 1 Agustus 1952. Menamatkan pendidikan Strata 1 dari jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Bandung, Strata 2 dan Strata 3 dari Universitas Electro-Communication, Tokyo. Saat ini bekerja sebagai perekayasa dengan jabatan fungsional Perekayasa Utama di Pusat Penelitian Tenaga

Listrik dan Mekanik LIPI dengan bidang kepakaran teknik elektro dan kebijakan. Bidang elektro yang digeluti selama ini adalah elektro komunikasi. Sementara itu, kajian yang banyak dikerjakan meliputi kajian di bidang energi dan hankam. Kajian yang telah dilakukan antara lain, Kajian Mobil Listrik Hibrid, Kajian Konversi dari BBM ke BBG, Kajian Pengunci Sasaran Bergerak, serta Kajian *Startup Company* untuk Produk Mobil Listrik dan Konverter Gas.



Peluang dan Tantangan Pengembangan Mobil Listrik Nasional

Tidak dapat dimungkiri bahwa dewasa ini konsumsi energi di Indonesia yang bersumber dari BBM meningkat pesat. Laju peningkatan penggunaan BBM ini diperparah oleh meningkatnya jumlah kendaraan setiap tahun. Hal ini menjadi faktor utama sebab sejauh ini sektor transportasi menempati urutan teratas—sebesar 60% dari total—pengonsumsi BBM. Tentu fenomena ini tidak boleh dibiarkan sebab kasus kelangkaan energi siap menyusul kemudian. Oleh karena itu, solusi alternatif atas problema ini harus terus dicari dan diupayakan.

Buku ilmiah populer di tangan Anda ini mencoba mengurai salah satu solusi untuk menanggulangi permasalahan tersebut melalui kendaraan alternatif hemat energi yang salah satunya dikenal sebagai kendaraan listrik. Rupanya, mobil listrik ini telah coba dikembangkan oleh beberapa instansi di Indonesia, seperti lembaga penelitian (LIPI dan BPPT), Universitas (UI, UGM, ITB, UNS, dan ITS), BUMN (PT Pindad dan PT DI), dan Swasta (PT Sarimas Ahmadi Pratama dan PT GRAIN).

Melalui terobosan kendaraan listrik ini diharapkan bangsa Indonesia kelak dapat lebih mandiri dan mampu meminimalkan ketergantungan terhadap BBM. Di atas semua itu dukungan nyata dari pemerintah dan kerja sama yang sinergis antarberbagai pihak merupakan kunci utama pendorong keberhasilan program mobil listrik nasional.



Distributor:
Yayasan Obor Indonesia
Jl. Plaju No.10 Jakarta 10230
Telp. (021) 319 26978, 3920114
Faks. (021) 319 24488
E-mail: yayasan_obor@cbn.net.id

LIPI Press

ISBN 978-979-799-796-0



9 789797 997960