

# COWARMOKA

LEMBAGA PENGELOLAAN  
AIR BERSIH BERBASIS  
MASYARAKAT

Editor: Syarif Hidayat • M. Soekarni

# COWARMOKA

---

LEMBAGA PENGELOLAAN  
AIR BERSIH BERBASIS  
MASYARAKAT

---



Buku ini tidak diperjualbelikan.

Dilarang memproduksi atau memperbanyak sebagian atau seluruh buku ini dalam bentuk atau cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.  
© Hak cipta dilindung oleh Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014

*All Right Reserved*

Buku ini tidak diperjualbelikan.

# COWARMOKA

LEMBAGA PENGELOLAAN  
AIR BERSIH BERBASIS  
MASYARAKAT

Editor: Syarif Hidayat • M. Soekarni



LIPI Press

Buku ini tidak diperjualbelikan.

© 2019 Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)  
Pusat Penelitian Kependudukan

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Cowarmoka: Lembaga Pengelolaan Air Bersih Berbasis Masyarakat di Daerah Karst/Syarif  
Hidayat dan Muhammad Soekarni (Ed.)—Jakarta: LIPI Press 2019.

xviii hlm. + 180 hlm.; 14,8 × 21 cm

ISBN: 978-602-496-044-5 (cetak)  
978-602-496-045-2 (e-book)

1. Air bersih
2. Lembaga Pengelolaan
3. Cowarmoka

361.6.363.61

*Copyeditor* : Risma Wahyu Hartiningsih dan Heru Yulistiyani  
*Proofreader* : Sarwendah Puspita Dewi  
*Penata isi* : Ajar Lambangsih dan Meita Safitri  
*Desainer sampul* : D.E.I.R. Mahelingga  
*Cetakan pertama* : Agustus 2019



Diterbitkan oleh:  
LIPI Press, anggota Ikapi  
Gedung PDDI LIPI, Lantai 6  
Jln. Jend. Gatot Subroto 10, Jakarta 12710  
Telp.: (021) 573 3465  
*e-mail*: [press@mail.lipi.go.id](mailto:press@mail.lipi.go.id)  
*website*: [lipipress.lipi.go.id](http://lipipress.lipi.go.id)

 LIPI Press  
 @lipi\_press

Buku ini tidak diperjualbelikan.



## Daftar Isi

DAFTAR GAMBAR .....	vii
PENGANTAR PENERBIT .....	xi
KATA PENGANTAR .....	xiii
PRAKATA .....	xvii
BAB 1	
Urgensi Rekonstruksi Model Pengelolaan Sumber Daya Air Berkelanjutan	
<i>Syarif Hidayat</i> .....	1
BAB 2	
Model <i>Co-Management</i> dalam Pengelolaan Air Bersih	
<i>Fadjri Alihar</i> .....	21
BAB 3	
Kerangka Pikir dan Landasan Konseptual Rekonstruksi Model Cowarmoka	
<i>Dyah Marganingrum</i> .....	37
BAB 4	
Jasa Ekosistem Karst sebagai Pendukung Konservasi Sumber Daya Air	
<i>Rachmat Fajar Lubis, Rizka Maria, Tukirin, dan Ananta P.</i> .....	57

Buku ini tidak diperjualbelikan.

<b>BAB 5</b>	
Identifikasi Kemiskinan Air di Daerah Karst Ligarmukti	
<i>Dyah Marganingrum dan Rizka Maria</i> .....	69
<b>BAB 6</b>	
Kapasitas Sumber Daya Air sebagai Pendukung Model Cowarmoka	
<i>Rizka Maria, Rachmat Fajar Lubis, dan Ananta Purwoarminta</i> .....	85
<b>BAB 7</b>	
Perspektif <i>Soft System</i> dalam Model Cowarmoka	
<i>Fadjri Alihar</i> .....	115
<b>BAB 8</b>	
Model Cowarmoka	
<i>Fadjri Alihar dan Dyah Marganingrum</i> .....	139
<b>BAB 9</b>	
Agenda Pengujian Model Pengelolaan Cowarmoka	
<i>Soekarni</i> .....	165
INDEKS .....	171
BIOGRAFI EDITOR .....	175
BIOGRAFI PENULIS .....	177

Buku ini tidak diperjualbelikan.



## Daftar Gambar

Gambar 1.1	Komponen-komponen dalam Pengelolaan Sumber Daya Air .....	4
Gambar 1.2	Lokasi Penelitian.....	9
Gambar 1.3	Urgensi Pembentukan Model Pengelolaan Sumber Daya Air .....	11
Gambar 1.4	Rekonstruksi Model Pengelolaan Air Bersih Berbasis Masyarakat.....	14
Gambar 2.1	Struktur Organisasi Balai Pengelolaan DAS.....	25
Gambar 2.2	Susunan Kelembagaan Keujruen Blang di Aceh .....	30
Gambar 3.1	(a) Pengetahuan masyarakat tentang ada-tidaknya pengelolaan sumber daya air; serta (b) Jenis pengelolaan yang diinginkan masyarakat Desa Ligarmukti.	40
Gambar 3.2	Bagan Kerangka Berpikir .....	40
Gambar 3.3	Ruang Lingkup Pengelolaan Sumber Daya Air .....	42
Gambar 3.4	Beberapa pipa sambungan untuk menyadap air ( <i>intake</i> ) dari mata air Cinyukcruk. ....	44
Gambar 3.5	Kondisi kolam di sekitar mata air Cinyucruk pada dua waktu yang berbeda di musim yang sama (kemarau) .....	45
Gambar 3.6	Level yang Membangun Proses CBNRM .....	51
Gambar 3.7	Komponen-komponen dalam CBNRM .....	53

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Gambar 3.8	Komponen-komponen dalam CBNRM .....	53
Gambar 4.1	Sebaran Lokasi Mata Air di Desa Ligarmukti .....	60
Gambar 4.2	Ilustrasi aliran air tanah dari daerah resapan hingga keluaran mata air. ....	62
Gambar 4.3	Keanekaragaman Hayati di Wilayah Karst Desa Ligarmukti .....	62
Gambar 4.4	Telaga yang terdapat di perbukitan Dusun Cibunut, Desa Ligarmukti.....	64
Gambar 4.5	Gua vertikal dan ceruk yang terdapat di Desa Ligarmukti.....	64
Gambar 4.6	Lokasi Penambangan Batu Gamping di Perbukitan Desa Ligarmukti .....	66
Gambar 5.1	Diagram radar hasil perhitungan WPI Desa Ligarmukti.....	80
Gambar 6.1	Lokasi Penelitian dan Sebaran Mata Air Desa Ligarmukti.....	88
Gambar 6.2	Pemenuhan Air Baku Masyarakat Desa Ligarmukti	90
Gambar 6.3	Pola curah hujan bulanan dari hasil analisis data curah hujan harian stasiun Klapanunggal pada 2006–2015. ....	92
Gambar 6.4	Proses yang terjadi dalam siklus hidrologi. ....	93
Gambar 6.5	Peta Geologi Desa Ligarmukti .....	94
Gambar 6.6	Peta Topografi Desa Ligarmukti.....	97
Gambar 6.7	Pembagian Satuan Geomorfologi Daerah Penelitian	98
Gambar 6.8	Kawasan pertanian Desa Ligarmukti dengan latar belakang perbukitan karst.....	99
Gambar 6.9	Potensi mata air yang menjadi sumber utama kebutuhan air Desa Ligarmukti. ....	102
Gambar 6.10	Sketsa Mata Air Desa Ligarmukti .....	103
Gambar 6.12	Pola pengambilan air di mata air yang masih konvensional.....	105
Gambar 6.11	Perbandingan antara kebutuhan dan ketersediaan air di Desa Ligarmukti.....	105
Gambar 6.13	Penampang Melintang Mata Air Desa Ligarmukti..	106

Gambar 6.14	Peta Jaringan Air Bersih Desa Ligarmukti, Kecamatan Klapanunggal.....	110
Gambar 6.15	Konsentrasi Kesadahan Desa Ligarmukti .....	111
Gambar 6.16	Desain Alat Filter/Penyaring Zat Kapur Sederhana	112
Gambar 7.1	Tingkat Pendidikan Masyarakat Desa Ligarmukti...	117
Gambar 7.2	Sketsa Tiga Dusun di Desa Ligarmukti.....	121
Gambar 7.3	Beberapa pipa sambungan untuk menyadap air ( <i>intake</i> ) dari mata air Cinyukcruk. ....	133
Gambar 7.4	Sumber air bersih yang bebas dari kegiatan bercocok tanam. ....	134
Gambar 8.1	Analisis SWOT untuk Pembentukan Cowarmoka di Desa Ligarmukti.....	142
Gambar 8.2	Model Cowarmoka.....	144
Gambar 8.3	Pengelompokan masyarakat di Desa Ligarmukti .....	147
Gambar 8.4	Struktur Organisasi Kelembagaan Pengelolaan Air Bersih di Desa Ligarmukti (Cowarmoka).....	155





## Pengantar Penerbit

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

Dalam rangka melaksanakan tugas tersebut, LIPI Press melalui salah satu terbitan ilmiahnya berbentuk bunga rampai, *Cowarmoka: Lembaga Pengelolaan Air Bersih Berbasis Masyarakat*, berupaya untuk merangkum model pengelolaan air bersih berbasis masyarakat yang cocok diterapkan di daerah karst dan daerah-daerah yang minim sumber daya air. Model pengelolaan tersebut diberi nama 'Cowarmoka' yang merupakan akronim dari *Community Water Resources Management on Karst Area*.

Cowarmoka merupakan hasil dari penelitian tim peneliti LIPI terhadap model pengelolaan air yang sudah dilaksanakan di Desa Ligarmukti, Kecamatan Klapanunggal, Bogor. Melalui kegiatan labsos (laboratorium sosial)-nya, model pengelolaan air tersebut dikaji dan dievaluasi selama tiga tahun. Diperoleh hasil bahwa model yang sudah

Buku ini tidak diperjualbelikan.

ada tersebut sering menyulut konflik sosial karena masyarakat tidak pernah dilibatkan.

Lahirnya Cowarmoka ini kemudian menjadi satu terobosan untuk lebih dapat mengelola sumber daya air bersih berbasis masyarakat sehingga diharapkan model pengelolaan air bersih semacam ini dapat menjadi referensi bagi pemerintah dan pihak-pihak lain yang terlibat maupun peduli terhadap persoalan pengelolaan dan penyediaan air bersih. Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu proses penerbitan buku ini.

LIPI Press

Buku ini tidak diperjualbelikan.



## Kata Pengantar

Sekitar sepuluh tahun terakhir, di samping kegiatan penelitian unggulan (kompetitif), Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) juga melahirkan program lain yang berkaitan dengan program uji laboratorium yang disebut dengan Laboratorium Sosial (Labsos). Laboratorium Sosial merupakan sebuah kegiatan yang berada di bawah tanggung jawab Kedeputian Ilmu Pengetahuan Sosial Kemanusiaan (IPSK) LIPI dengan melibatkan para peneliti dari berbagai disiplin ilmu untuk menguji sebuah proposisi atau pengujian model kegiatan yang telah berhasil diimplementasikan pada sebuah daerah.

Kelompok peneliti dari Pusat Penelitian Kependudukan LIPI dan Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI berkolaborasi melakukan kegiatan Pengujian Model Kelembagaan Sosial Pengelolaan Air Bersih Berbasis Masyarakat di Daerah Karst, dengan mengambil lokasi di Desa Ligarmukti, Kecamatan Klapanunggal, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Setelah melakukan berbagai kegiatan uji laboratorium sosial, baik secara kuantitatif maupun kualitatif serta beberapa kali *workshop* dan seminar, akhirnya para peneliti berhasil menuliskan sebuah buku dengan judul *Cowarmoka: Lembaga Pengelolaan Air Bersih Berbasis Masyarakat*.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

*Community Water Resources Management on Karst Area* (Cowarmoka) merupakan jawaban atas pengelolaan air bersih yang dilakukan selama ini yang bersifat *top-down* dan pemerintah memegang peran sentral dalam memutuskan dan mendistribusikan air terhadap para pihak yang membutuhkan. Pendekatan *top-down* tersebut sering kali mengakibatkan terjadinya konflik sosial karena tidak sesuai dengan kebudayaan atau tradisi serta kearifan lokal dalam mengelola sumber daya alam ataupun karena ketidakadilan dalam pendistribusiannya.

Dalam kenyataannya, sebagian besar penduduk, khususnya yang bermukim di daerah pedesaan, masih memandang air sebagai barang gratis (*public goods*) karena dianggap tersedia dalam jumlah berlimpah sehingga air sering digunakan secara berlebihan. Pemerintah Indonesia telah menyadari potensi kerentanan sumber daya air dan mendukung pentingnya pengelolaannya secara berkelanjutan. Hal ini tecermin dalam penetapan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air. Hanya saja dalam pelaksanaannya, ternyata pengelolaan sumber daya air yang baik masih banyak menghadapi kendala, baik dari segi pembangunan infrastruktur maupun sosial.

Dalam kaitan dengan model pengelolaan Cowarmoka, kiranya ada beberapa hal penting yang perlu diperhatikan. Pertama, pentingnya penyusunan regulasi, seperti peraturan desa tentang pengelolaan dan pengendalian sumber daya air di daerah karst. Kedua, perlunya pembentukan pengelolaan air bersih di tingkat desa. Dalam proses pembentukannya, perlu ada pendampingan terhadap masyarakat secara intensif dan kerja sama dengan pihak luar. Ketiga, perlunya kegiatan untuk menyosialisasikan *water monetization* atau menguangkan air, yang mungkin dapat menjadi solusi untuk menekan perilaku masyarakat yang cenderung boros dalam menggunakan air. Dengan ketiga konsep tersebut, diharapkan keberhasilan pengelolaan Cowarmoka dapat diterapkan di daerah lain dengan karakteristik yang sama.

Dengan demikian, Cowarmoka merupakan solusi pengelolaan air bersih berbasis masyarakat bukan hanya di daerah karst, melainkan juga di daerah-daerah yang sulit memperoleh air bersih. Masyarakat mempunyai peran yang sangat penting dalam mengendalikan setiap elemen pengelolaan air bersih dari hulu hingga hilir. Dengan adanya partisipasi masyarakat kiranya mereka diberi ruang seluas-luasnya untuk berkreasi dalam pengelolaan air bersih yang berkelanjutan. Oleh karena itu, buku Cowarmoka ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi para praktisi, pengambil kebijakan, ataupun peneliti dalam merancang sebuah model kelembagaan sosial pengelolaan air bersih berbasis masyarakat dalam rangka mengatasi berbagai persoalan, seperti banyaknya campur tangan pihak-pihak terkait dalam mengatasi pemenuhan kebutuhan hak-hak dasar sebuah komunitas, seperti penyediaan air bersih.

Terakhir, saya selaku Deputy Ilmu Pengetahuan Sosial Kemanusiaan (IPSK) LIPI memberikan apresiasi dan ucapan selamat kepada para peneliti Tim Labsos Air Bersih yang telah berhasil merepresentasikan hasil pengujiannya menjadi sebuah buku berjudul *Cowarmoka: Lembaga Pengelolaan Air Bersih Berbasis Masyarakat*. Semoga buku ini, selain dapat dijadikan referensi, juga dapat menjadi pedoman pembuatan model pengelolaan air bersih berbasis masyarakat di berbagai daerah, khususnya di pedesaan.

Jakarta

Dr. Tri Nuke Pudjiastuti, M.A.  
Deputy Ilmu Pengetahuan Sosial Kemanusiaan (IPSK) LIPI

Buku ini tidak diperjualbelikan.





## Prakata

Laboratorium Sosial (Labsos) merupakan salah satu kegiatan yang diselenggarakan oleh Kedeputian Ilmu Pengetahuan Sosial Kemanusiaan (IPSK) Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) yang biasanya melibatkan para peneliti dari berbagai disiplin ilmu. Salah satu kegiatan Labsos tersebut adalah Penyempurnaan Model Kelembagaan Sosial Pengelolaan Air Bersih Berbasis Masyarakat di Daerah Karst. Kegiatan tersebut dilakukan di Desa Ligarmukti, Kecamatan Klapanunggal, Kabupaten Bogor, Jawa Barat.

Kegiatan pengujian model tersebut telah berlangsung selama tiga tahun berturut-turut dan melibatkan dua kelompok peneliti, yaitu Peneliti Pusat Penelitian Kependudukan LIPI dan Peneliti Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI. Ada beberapa kegiatan yang dilakukan, yaitu pertama, menghitung volume dan debit berbagai sumber mata air; kedua, menganalisis kualitas air; ketiga, merencanakan infrastruktur penggunaan sumber daya air; keempat, mencoba menginisiasi regulasi yang berkaitan dengan perlindungan sumber mata air bersih; dan kelima, menyempurnakan model kelembagaan pengelolaan air bersih.

*Buku ini tidak diperjualbelikan.*

Serangkaian uji coba telah dilakukan, baik melalui kegiatan *focus group discussion* (FGD) maupun *workshop*, untuk menyempurnakan model yang diperoleh dari lapangan. Semua keinginan dan masukan masyarakat yang ditampung melalui kegiatan FGD menjadi referensi dalam penyempurnaan model kelembagaan pengelolaan air bersih tersebut. Demikian pula masukan dan kritik dari para panelis dalam beberapa kali *workshop*, menjadi catatan tersendiri dalam rangka melengkapi model yang akan dibuat.

Setelah melalui proses yang sangat panjang, akhirnya para peneliti Labsos Air Bersih berhasil menyempurnakan model kelembagaan air bersih yang diberi nama *Community Water Resources Management on Karst Area* (Cowarmoka). Cowarmoka merupakan model pengelolaan air bersih yang melibatkan masyarakat secara keseluruhan, dari hulu hingga hilir. Dalam model tersebut, masyarakat dilibatkan secara penuh serta diberi peran dan tanggung jawab untuk pengelolaan air bersih yang ada di Desa Ligarmukti.

Selanjutnya, dengan mengucapkan puji dan syukur ke hadirat *illahi robbi*, akhirnya hasil Labsos Penyempurnaan Model Kelembagaan Sosial Pengelolaan Air Bersih Berbasis Komunitas di Daerah Karst berhasil ditulis kembali dalam bentuk buku dengan judul *Cowarmoka: Lembaga Pengelolaan Air Bersih Berbasis Masyarakat*.

Kami menyadari bahwa buku ini masih jauh dari sempurna sehingga berbagai masukan dan kritik sangat diharapkan demi perbaikan selanjutnya.

Jakarta

Editor

Buku ini tidak diperjualbelikan.



## BAB I

# Urgensi Rekonstruksi Model Pengelolaan Sumber Daya Air Berkelanjutan

*Syarif Hidayat*

### A. Konteks Air dalam Berbagai Fungsi

Air adalah salah satu sumber daya alam yang dapat diperbaiki dan memiliki peran penting bagi kehidupan seluruh makhluk hidup di muka bumi. Perbaikan yang dimaksudkan berlangsung karena adanya siklus atau daur hidrologi. Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa meskipun dapat diperbaiki, status ketersediaan air di suatu wilayah atau kawasan akan mengalami perubahan kuantitas dan kualitas sebagai fungsi ruang dan waktu (Helmi, 2003; Jusuf, 2015; Kodoatie & Sjarief, 2010; Marganingrum, 2013; Saveniji & Zaag, 2008).

Selain sebagai sumber daya alam, air merupakan barang publik (*publik good*) yang memiliki fungsi sosial dan ekonomi. Sebagai barang publik, air memiliki karakteristik *nonrivalness* dan *nonexcludability*. Artinya, setiap orang, tanpa memandang status sosialnya, memiliki kepentingan yang sama terhadap air (Callan & Thomas, 2000). Fungsi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

sosial air terkait dengan keberadaannya sebagai indikator adanya kehidupan dan tingkat kesejahteraan masyarakat. Dalam fungsi sosial ini, secara implisit dinyatakan bahwa setiap penduduk memiliki hak atas air (*right to water*). Hak tersebut tidak dapat diganggu gugat dan menjadi bagian dari hak asasi (Falkenmark & Lundqvist, 1995; Jusuf, 2015; Marganingrum dkk., 2011). Negara Indonesia sendiri mengakui fungsi sosial air ini dengan menetapkannya dalam Pasal 33 ayat 3 Undang-Undang Dasar 1945, yang mengamanatkan bahwa negara menjamin setiap warga negara untuk memperoleh hak atas air. Selain itu, semua sumber daya alam, baik yang terkandung di atas permukaan maupun di dalam perut bumi Nusantara, dikelola negara untuk kesejahteraan seluruh rakyat Indonesia. Sementara itu, fungsi ekonomi air adalah tentang manfaat secara tidak langsung dari ketersediaan air sebagai sumber daya alam yang memiliki daya guna. Daya guna air ini menjadi variabel penting dalam menunjang pelaksanaan berbagai kegiatan ekonomi dan produksi, seperti irigasi, perikanan, pembangkit listrik tenaga air (PLTA), dan kegiatan industri.

Fungsi air sebagai sumber daya serta dalam hal sosial dan ekonomi jelas menunjukkan bahwa salah satu variabel penting dalam menentukan tingkat kesejahteraan masyarakat adalah akses masyarakat terhadap sumber air yang layak secara kuantitas dan kualitas. Di satu sisi, jumlah penduduk yang terus bertambah dan peningkatan taraf hidup masyarakat yang berdampak terhadap tuntutan kebutuhan air memberikan kontribusi terhadap peningkatan jumlah dan jenis limbah yang mencemari sumber air sehingga pada gilirannya berdampak pada penurunan ketersediaan air dan dapat berbalik arah menurunkan tingkat kesejahteraan masyarakat (Marganingrum dkk., 2011).

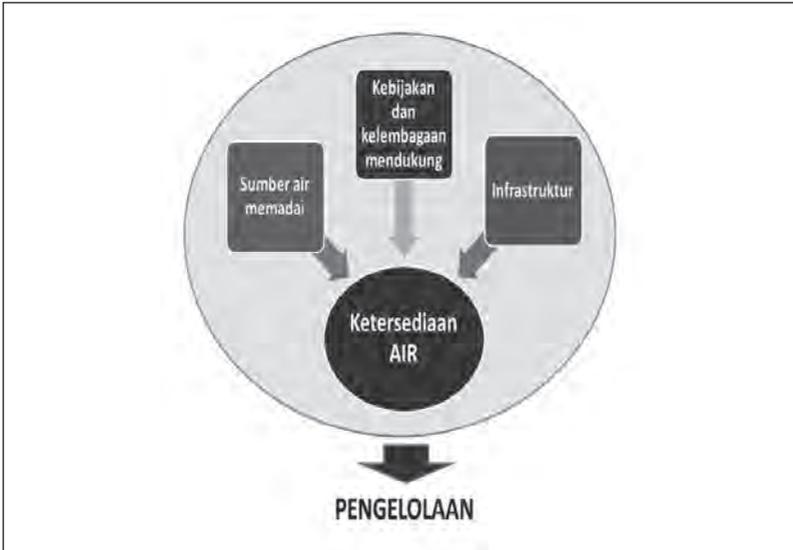
Untuk menghindari degradasi kuantitas dan kualitas serta konflik kepentingan terhadap keberadaan dan akses ke sumber air, diperlukan sebuah sistem pengelolaan, mengingat tidak semua lokasi atau wilayah memiliki sumber air dengan jumlah yang sama dan

melimpah. Berdasarkan statistik dari UN-Water (2013), dijelaskan bahwa tidak lebih dari sembilan negara di dunia, termasuk Indonesia, memiliki 60% dari jumlah air tawar. Tiap negara tersebut umumnya memiliki ketersediaan air yang sangat bervariasi dari satu lokasi ke lokasi lain. Tidak terdistribusikannya air secara merata kiranya dapat menimbulkan terjadinya kerentanan air dan konflik kepentingan di beberapa daerah, termasuk di Indonesia. Bertolak dari kondisi negatif yang tidak diinginkan, sebuah sistem pengelolaan sumber daya air di suatu wilayah sangat diperlukan (UN-Water, 2013).

## **B. Konsep Pengelolaan Sumber Daya Air untuk Ketahanan Air**

Ketahanan air adalah sebuah konsep pendekatan integratif yang dapat didefinisikan dari berbagai perspektif. Namun, definisi umum ketahanan air (*water security*) ialah suatu kondisi atau keadaan ketersediaan air, baik secara kuantitas maupun kualitas, yang sesuai dengan kebutuhan untuk menjamin kesehatan dan keamanan risiko terhadap kelangsungan hidup manusia dan ekosistem (Bakker & Morinville, 2013; Gadzalo, Romashchenko, & Yatsiuk, 2018; Hakala, 2017; Thapa, Ishidaira, Pandey, Bhandari, & Shakya, 2018; UN-Water, 2013; Young, Demuth, Mishra, & Cudenec, 2015).

Secara umum, ketersediaan air dipengaruhi oleh tiga komponen utama, yakni (1) adanya sumber air yang memadai, (2) adanya kebijakan dan kelembagaan yang mendukung untuk melakukan pengelolaan sumber daya air serta (3) adanya infrastruktur penyediaan air, pengendalian daya rusak dan pemulihan kondisi air. Ketiga komponen tersebut akan berjalan dengan baik dan terintegrasi apabila didukung sistem pengelolaan yang sesuai dengan kondisi fisik dan sosial budaya masyarakat setempat (Gambar 1.1). Sistem pengelolaan sumber daya air yang tepat akan memberikan jaminan kepada masyarakat untuk mengakses sejumlah air dengan kualitas tertentu sesuai dengan kebutuhannya.



Sumber: Alihar dkk. (2017)

**Gambar 1.1** Komponen-Komponen Pengelolaan Sumber Daya Air

Berbagai kendala dan tantangan yang berpotensi memberikan tekanan dan perubahan terhadap ketiga komponen ketahanan air dapat mengancam kondisi ketahanan air di suatu wilayah. Beberapa studi telah menyebutkan bahwa perubahan iklim memberikan dampak terhadap perubahan curah hujan, baik dalam bentuk kekeringan maupun banjir (Adiyoga & Lukman, 2017; Narulita & Marganingrum, 2017; Wijayanti, Noviani, & Tjahjono, 2015). Sementara itu, curah hujan merupakan sumber air utama yang mengisi air permukaan dan air tanah untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari (rumah tangga) dan irigasi. Oleh karena itu, secara tidak langsung, perubahan curah hujan yang ekstrem dapat mengganggu perekonomian dan kesejahteraan masyarakat.

Selain perubahan iklim, tekanan jumlah penduduk yang terus meningkat merupakan ancaman terhadap ketahanan air di suatu wilayah. Melalui siklus hidrologi, jumlah air di dunia ini tetap, tetapi

Buku ini tidak diperjualbelikan.

distribusi dan kualitasnya tidak merata antara satu wilayah dan wilayah lainnya, menurut fungsi ruang dan waktu. Ketika daya dukung sumber daya air terlampaui, yang artinya jumlah ketersediaan air kurang dari kebutuhan penduduk di wilayah tersebut, keberadaan air menjadi langka dan dapat memicu konflik (Asdak & Salim, 2006; Marganingrum, 2017).

Untuk menjaga agar ketahanan air di suatu wilayah tetap berkelanjutan dan dapat menjamin ketiga komponennya terintegrasi dengan baik, diperlukan sistem pengelolaan yang sesuai dan dapat mengikuti perkembangan sosial ekonomi masyarakat di masa mendatang (*robust*). Aspek kuantitas dan kualitas yang sering kali tidak terjamin (*discontinuity*) menjadi salah satu indikator kegagalan atau tidak adanya sebuah pengelolaan sumber daya air yang baik. Sementara itu, keberlanjutan sumber daya air secara kuantitas dan kualitas merupakan indikator ketahanan air di suatu wilayah. Dengan demikian, salah satu kunci atau parameter penting dalam ketahanan air adalah sistem pengelolaan. Menurut UN-Water (2013), ketahanan air dapat digunakan untuk mengukur atau menilai kesiapan sistem yang ada dalam menjamin ketersediaan air guna memenuhi berbagai keperluan air saat ini dan pada masa mendatang. Hal yang termasuk dalam konteks ketahanan air ini adalah meminimalkan kemungkinan terjadinya bencana kekeringan.

Terkait dengan mekanisme sistem pengelolaan, ada dua domain utama yang menggerakkan sistem pengelolaan tersebut, yakni objek (apa yang dikelola) dan subjek (siapa pengelolanya). Untuk kasus sumber daya air, objek pengelolaan adalah sumber air beserta *properties*-nya (baik kuantitas maupun kualitas), sedangkan pengelolanya adalah sebuah lembaga atau institusi. Interaksi kedua domain untuk mewujudkan tercapainya dan terpenuhinya kebutuhan air secara berkelanjutan adalah indikator keberhasilan ketahanan air di suatu wilayah. Dalam konteks ini, kiranya muncul pertanyaan mengenai bagaimana tujuan tersebut dapat berkelanjutan dan bentuk pengelolaan seperti apa yang dapat menjamin keberlanjutannya.

Pengalaman menunjukkan bahwa sering kali sebuah sistem pengelolaan sumber daya air mengalami kegagalan karena tidak melibatkan masyarakat secara langsung dalam proses perencanaan, pelaksanaan, ataupun evaluasi. Oleh karena itu, dalam pengelolaan sumber daya alam, termasuk sumber daya air, keterlibatan masyarakat sebagai pengguna secara langsung sangat diperlukan demi keberlanjutan sistem pengelolaan tersebut.

Dari sisi kependudukan, pengelolaan sumber daya air yang berbasis masyarakat pun belum banyak diaplikasikan di Indonesia. Padahal sistem pengelolaan yang melibatkan masyarakat sangat menjamin kelestarian sumber daya air. Sejauh ini, sistem pengelolaan sumber daya air di Indonesia lebih bersifat instruktif atau *top-down*, yaitu pemerintah memegang pucuk kekuasaan dalam memutuskan dan mendistribusikan sumber air terhadap pihak-pihak yang berkepentingan. Pendekatan *top-down* seperti ini tidak jarang menyebabkan konflik sosial karena tidak sesuai atau bertabrakan dengan kebudayaan atau tradisi lokal dalam mengelola sumber daya air ataupun karena adanya ketidakadilan dalam pendistribusian air. Pendekatan pengelolaan sumber daya air yang lebih memasyarakat atau memandang masyarakat tidak hanya sebagai objek akan memberikan keuntungan bersama (*mutual benefit*), tidak hanya untuk pemerintah, tetapi juga untuk masyarakat di sekitar sumber air.

Ada beberapa model pengelolaan sumber daya air berbasis masyarakat yang terbukti sukses di Indonesia, salah satunya ialah model pengelolaan sumber daya air *keujruen blang* di Aceh. Setelah bencana tsunami, masyarakat pedesaan Aceh secara bergotongroyong mengumpulkan dana melalui sumbangan sukarela untuk pengelolaan air bersih secara berkelanjutan. Kelompok masyarakat tersebut menyadari bahwa mereka harus bahu-membahu melalui sistem gotong royong agar bisa bertahan hidup. Dengan disiplin yang tinggi dan penuh tanggung jawab, masyarakat dengan sukarela mengumpulkan dana untuk pengelolaan sumber daya air di daerah

pedesaan Aceh pascatsunami (Yulia, 2015). Selain itu, model *co-management* terbukti sukses dilakukan di bantaran Sungai Ciliwung dan Cisadane serta di Waduk Saguling, Jawa Barat. Hasil penelitian ini telah memberikan model partisipasi masyarakat dengan sistem *co-management*, yaitu pemerintah dan masyarakat bersama-sama mengelola Waduk Saguling dan daerah aliran Sungai Ciliwung (Karyana, 2001). Namun, beberapa model kelembagaan sosial tersebut perlu diuji agar dapat diterapkan di tempat lain dengan karakter fisik dan sosial budaya yang berbeda.

### C. Rekonstruksi Model Pengelolaan Air Bersih di Daerah Karst

Pada bab dan subbab berikutnya dalam buku ini, terminologi yang digunakan adalah **air bersih**, bukan air baku ataupun air minum, dalam konteks model kelembagaan pengelolaan sumber daya air secara umum. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2015 dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) RI Nomor 27 Tahun 2016, air baku untuk air minum rumah tangga—selanjutnya disebut **air baku**—adalah air yang berasal dari sumber air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang memenuhi baku mutu tertentu sebagai air baku untuk air minum. Sementara itu, **air minum** ialah air minum rumah tangga yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.

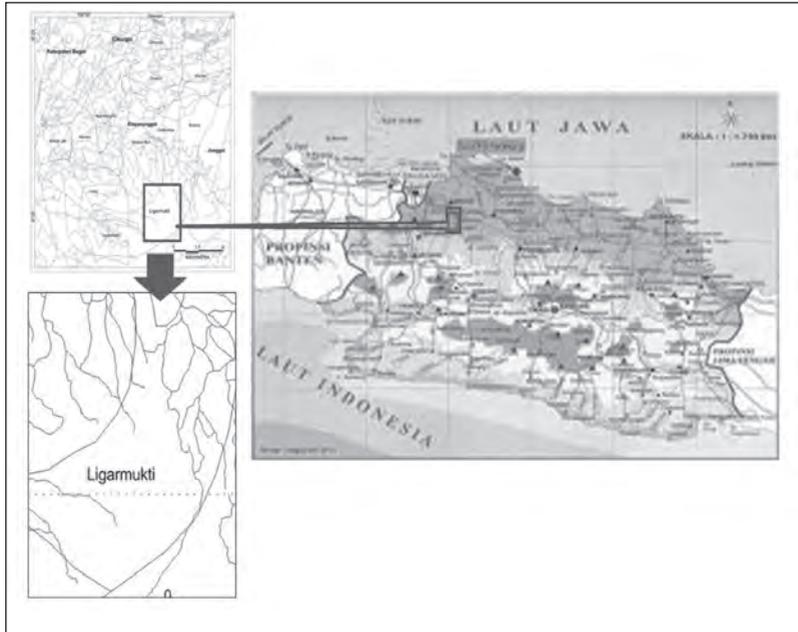
Dalam konteks air baku, buku ini tidak sekadar berfokus pada air minum rumah tangga. Ketersediaan air yang dimaksudkan dalam buku ini adalah air untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga dan non-rumah tangga (seperti pertanian dan perikanan). Dengan demikian, terminologi yang digunakan dalam buku ini adalah **air bersih**, yakni air yang secara kualitas memenuhi syarat untuk berbagai keperluan. Sementara itu, dalam konteks air minum, tingkat kualitas “air minum” sebagaimana definisi dalam kedua peraturan tersebut masih cukup sulit karena diperlukan kajian terhadap semua parameter

Buku ini tidak diperjualbelikan.

sesuai dengan persyaratan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Bertolak dari kedua terminologi ini (air baku dan air minum), fokus buku ini dititikberatkan pada sumber daya air untuk memenuhi kebutuhan mandi-cuci-kakus (MCK) dan melalui proses pemanasan untuk memasak dan minum tanpa mengabaikan ketersediaannya untuk memenuhi kebutuhan lain, seperti pertanian/irigasi, perikanan, dan pariwisata. Dengan demikian, konteks pengelolaan sumber daya air yang dimaksudkan dalam buku ini adalah air bersih untuk memenuhi berbagai kebutuhan masyarakat, khususnya masyarakat di lokasi penelitian.

Desa Ligarmukti dipilih sebagai lokasi studi kasus karena desa ini merupakan kawasan karst dan secara jarak tidak jauh dari ibu kota Negara Indonesia, yaitu sebuah desa yang terletak di Kecamatan Klapanunggal, Kabupaten Bogor, Jawa Barat (Gambar 1.2). Selain itu, kawasan ini memiliki keunikan tersendiri sehingga format pengelolaan sumber daya airnya tentu berbeda dengan daerah yang bukan karst (seperti daerah vulkanis). Dari perspektif teknik (*natural science*), kawasan karst memiliki karakteristik geologi yang unik dalam hal ketersediaan air. Debit air di daerah karst umumnya berubah-ubah sesuai dengan musim, sedangkan kualitas airnya bercirikan daerah karst (kapur). Selain itu, kawasan karst menjadi salah satu kawasan lindung (kawasan cagar alam geologi) yang dilindungi undang-undang.

Menurut Ford dan Williams (1992), daerah karst merupakan wilayah yang terbentuk dari kombinasi batuan yang lebih mudah larut (*soluble rock*) dibandingkan daerah lain dengan porositas sekunder yang baik. Karena keterlarutan batu di dalam air sangat tinggi, proses pembentukan topografi karst terjadi sangat lambat (Sutikno, 1996). Salah satu keunikan wilayah karst adalah permukaannya tampak seperti wilayah tandus karena presipitasi air secara cepat meresap ke dalam batuan karst sehingga tampak tidak ada sungai permukaan walaupun sebenarnya jumlah jalur sungai di bawah permukaan tanah sangat banyak (Nestman dkk., 2013).



Sumber: Alihar dkk. (2017)

**Gambar 1.2** Lokasi Penelitian

Secara ekologis, kawasan karst memiliki fungsi yang sangat penting, baik sebagai penampung air tanah dalam jumlah besar maupun sebagai habitat berbagai jenis flora dan fauna. Sebagai penampung air, kawasan ini memiliki peran penting bagi keberlangsungan kehidupan masyarakat di sekitarnya. Kualitas air dari kawasan karst ini relatif baik walaupun ada beberapa kontaminasi dari berbagai aktivitas yang berkembang di sekitar kawasan tersebut. Karakteristik karst yang khas ini otomatis memiliki pengaruh terhadap kondisi tata air dan kualitas airnya sehingga diperlukan segera mekanisme pengelolaan kawasan ini untuk menjaga kuantitas dan kualitas sumber daya airnya.

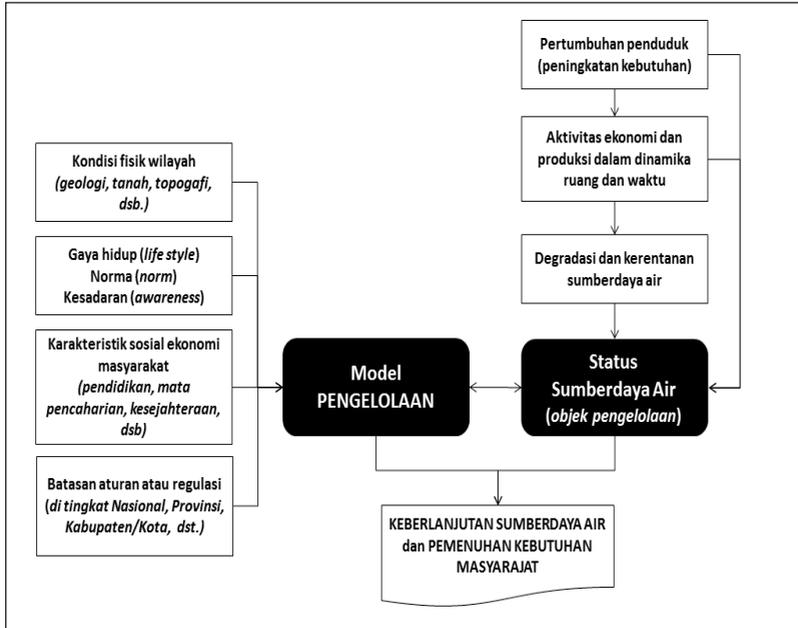
Permasalahan yang kemudian muncul terkait dengan sumber daya air di daerah karst ini adalah minimnya persediaan air di permukaan tanah, terbatasnya akses dalam mengambil air di bawah

Buku ini tidak diperjualbelikan.

permukaan tanah serta musim kering yang terjadi lebih lama dan tidak menentu akibat, salah satunya, perubahan iklim sehingga penduduk yang bermukim di daerah karst sering mengalami kekurangan air (Schulz, 1976). Hal ini diperparah oleh rendahnya kualitas air bersih di daerah karst, mengingat mudahnya kapur terlarut dalam air sehingga saat musim hujan, air sering kali dalam kondisi keruh. Karakteristik daerah karst yang khas beserta permasalahannya makin menekankan perlunya pengelolaan air bersih yang khusus dan sesuai dengan karakteristik daerah karst.

Berdasarkan hasil pengamatan lapangan, tampak bahwa eksploitasi sumber daya alam saat ini menunjukkan kenaikan yang sangat pesat, termasuk eksploitasi sumber daya air. Desakan kebutuhan lahan karena penambahan jumlah penduduk dan gaya hidup telah mengurangi dan merusak daerah resapan air yang berdampak berkurangnya ketersediaan air dan penurunan kualitas air. Dampak degradasi tersebut akan makin besar apabila terjadi di daerah karst, termasuk di kawasan Desa Ligarmukti. Sadar atau tidak, air adalah satu-satunya sumber daya alam vital bagi kelangsungan hidup manusia karena air tidak memiliki substitusi. Bertolak dari kondisi sumber daya air saat ini, penerapan teori dan konsep pengelolaan sumber daya air menjadi sebuah keharusan. Gambar 1.3 menunjukkan urgensi pembentukan model pengelolaan untuk dapat menjaga status ketersediaan sumber daya air (kuantitas dan kualitas) guna memenuhi kebutuhan masyarakat.

Sayangnya, model pengelolaan air bersih di wilayah karst di Indonesia belum banyak mendapatkan perhatian. Sampai saat ini, Indonesia belum memiliki regulasi mengenai ekosistem karst, baik tentang pelestarian karst maupun kaitannya dengan perlindungan hak asasi manusia. Regulasi yang ada, yaitu Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Manusia (ESDM) Nomor 17 Tahun 2012 tentang Penetapan Kawasan Bentang Alam Karst, masih sangat bias dan belum mampu mengakomodasi kebutuhan ekologis dan humanis.



Sumber: Alihar dkk. (2017)

**Gambar 1.3** Urgensi Pembentukan Model Pengelolaan Sumber Daya Air

Padahal, berdasarkan penelitian yang dilakukan Institut Pertanian Bogor (IPB) pada 2010, terdapat sekitar 15,4 juta wilayah karst di Indonesia atau 20% dari total luas wilayah Indonesia. Balasz (1968) juga menyatakan terdapat 17 kawasan karst mayor di Indonesia. Banyak masyarakat yang tinggal dan menggantungkan diri pada ketersediaan air di wilayah karst tersebut. Sebagai contoh, pada 2016, tercatat sebanyak 3.057 jiwa penduduk tinggal di kawasan karst Desa Ligarmukti, Kabupaten Bogor, dengan luas 800 hektare (ha). Hal ini menandakan bahwa wilayah karst tidak dapat dipandang sebelah mata. Tanpa adanya model pengelolaan air bersih yang sesuai untuk wilayah karst, degradasi jumlah ataupun kualitas air yang tersimpan akan terancam meningkat. Hal ini juga akan berdampak pada menurunnya kesejahteraan masyarakat. Bertolak dari uraian tersebut, buku

Buku ini tidak diperjualbelikan.

ini menyajikan hasil penelitian terkait dengan pengujian model kelembagaan sosial pengelolaan air bersih berbasis masyarakat. Model pengelolaan tersebut disesuaikan dengan kondisi fisik dan sosial ekonomi di wilayah studi, khususnya di wilayah karst.

Pengujian bentuk model kelembagaan pengelolaan sumber daya air melibatkan masyarakat di Desa Ligarmukti, dari perencanaan hingga evaluasi dan *monitoring*, atau dengan kata lain sistem pengelolaannya berbasis masyarakat lokal (setempat). Harapannya, sistem pengelolaan itu dapat berkesinambungan, sejalan dengan keberlanjutan sumber daya air di wilayah tersebut.

Sejatinya, pengelolaan air berbasis masyarakat yang keberlanjutan dapat dicapai apabila masyarakat merasa memerlukan sekaligus dapat menerima manfaat dari sistem pengelolaan yang dibangun. Oleh karena itu, keterlibatan mereka diperlukan dari awal perencanaan, pelaksanaan, hingga pengawasan dan evaluasinya. Pengelolaan berbasis masyarakat ini akan melahirkan rasa memiliki sehingga secara sadar mereka akan berusaha keras untuk menjaga keberlanjutan sumber daya air dalam sebuah sistem pengelolaan air bersih yang berkesinambungan.

Buku ini hadir untuk memberikan gambaran tentang model pengelolaan air bersih berbasis masyarakat di daerah karst, yang kemudian diberi nama model Cowarmoka (*Community Water Resources Management on Karst Area*). Soal bagaimana model ini dapat terbentuk dan upaya apa yang perlu dilakukan dalam proses pembentukannya, akan dijelaskan dalam bab-bab selanjutnya di buku ini. Adapun model Cowarmoka tersebut didasari konsep *integrated water resources management* (IWRM) dan *community-based (natural) resources management* (CBRM/CBNRM).

#### **D. Keterkaitan Antarbab Buku Ini**

Kedua konsep, yaitu IWRM dan CBRM (CBNRM), akan digunakan sebagai dasar atau landasan teori dalam menjawab, merumuskan, dan membentuk konsep sistem pengelolaan dan model kelembagaan

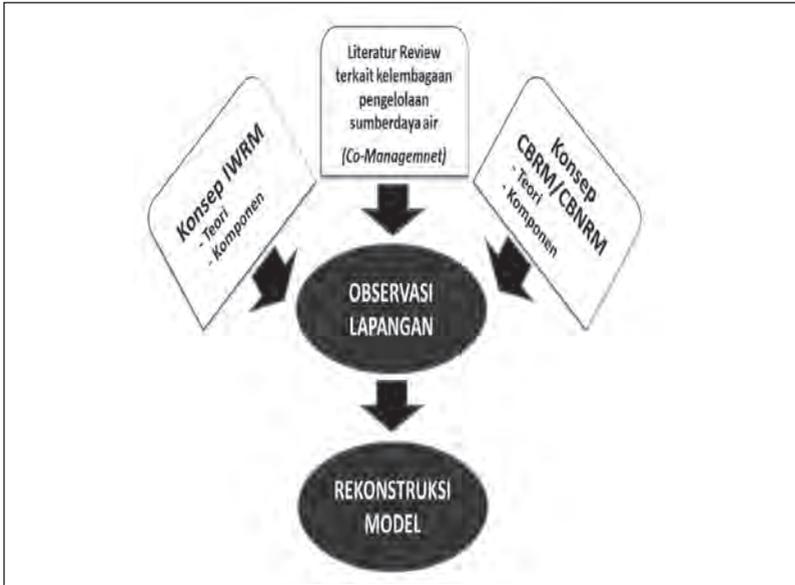
dalam konteks sumber daya air. Pengelolaan yang dimaksudkan dalam buku ini adalah pengelolaan yang terintegrasi atau terpadu, mengingat konten sumber daya air merupakan sumber daya yang tidak terlepas dari berbagai aktivitas manusia dalam konteks dinamika ruang dan waktu. Karena banyaknya variabel yang terlibat dalam dinamika ruang dan waktu, pendekatan penelitian dengan konsep *integrated water resources management* (IWRM) dianggap cukup sesuai.

Konsep IWRM ini menggabungkan antara aspek teknis dan aspek sosial sebagai satu kesatuan dalam pengelolaan. Sementara itu, rekonstruksi model kelembagaan dilakukan dengan pendekatan teori *community based (natural) resources management* (CBRM/CBNRM). Gabungan kedua teori atau konsep tersebut, yaitu IWRM dan CBRM/CBNRM, digunakan untuk memperbaiki model kelembagaan dari penelitian-penelitian sebelumnya, yang kemudian pengaplikasiannya diuji di Desa Ligarmukti dengan kondisi fisik dan sosial ekonominya.

Buku ini juga menyajikan pendekatan baru yang menggabungkan konsep IWRM dengan CBRM/CBNRM, yang keduanya memiliki tujuan yang sama, yaitu keberlanjutan, baik keberlanjutan sumber daya air maupun keberlanjutan proses pengelolannya. Sistem pengelolaan sumber daya air yang memisahkan antara konsep IWRM dan CBRM/CBNRM ternyata belum menunjukkan keberlanjutan yang signifikan. Gambar 1.4 menunjukkan rekonstruksi model kelembagaan pengelolaan air bersih di Desa Ligarmukti. Rekonstruksi model dalam penelitian ini adalah menggabungkan kedua konsep yang bertujuan sama, yaitu keberlanjutan, agar dapat memberikan hasil yang lebih signifikan.

Konsep IWRM lebih menekankan pada keterpaduan dari perspektif fisik atau teknik, seperti kuantitas dan kualitas air, ketersediaan dan kebutuhan air, wilayah hulu dan wilayah hilir serta pengembangan dan pendayagunaan. Sementara itu, aspek kelembagaan masih terbatas pada permasalahan wilayah administratif, seperti kota/

Buku ini tidak diperjualbelikan.



**Gambar 1.4** Rekonstruksi Model Pengelolaan Air Bersih Berbasis Masyarakat

kabupaten, provinsi, dan nasional. Adapun mekanisme kerja lembaga dalam pengelolaan sumber daya air belum begitu dipertimbangkan (Hidalgo, Dominiquez, Herrera, & Olivas, 2009; Kodoatie, Suhartanto, Sangkawati, & Edhisono, 2002; Marganingrum, 2013; Pribadi & Oktavia, 2007; Rahm, Swatuk, & Matheny, 2006; Zhang, dkk. 2009).

Sementara itu, konsep CBRM/CBNRM lebih berpusat pada manusia sehingga objek pengelolaan kurang mendapat perhatian. Sebagai contoh, sumber daya air tidak mengenal batas administratif, melainkan batas ekologis. Karena CBRM/CBNRM merupakan konsep bahwa komunitas kecil lebih baik, konsep ini membutuhkan usaha agar komunitas satu dan komunitas lain dapat bersinergi di atas wilayah ekologis pengelolaan sumber daya air yang sama. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa CBRM/CBNRM belum memberikan gambaran secara detail mengenai aspek teknik pengelolaan sumber daya air.

Buku ini dibuat untuk menjelaskan bagaimana rekonstruksi model pengelolaan sumber daya air bersih di Desa Ligarmukti dibuat dan disebut dengan model Cowarmoka. Pembentukan model tersebut, selain didasari oleh perkembangan model terdahulu, juga didasarkan pada kondisi lokal Desa Ligarmukti. Ulasan dalam buku ini didukung oleh tujuh artikel yang tertulis dalam bab berikutnya untuk memperkuat substansi buku.

Proses rekonstruksi model dari kedua konsep, yaitu IWRM dan CBRM/CBNRM, dilakukan dengan penyesuaian terhadap kondisi fisik, sosial, dan ekonomi wilayah setempat. Secara sederhana, dapat dinyatakan bahwa signifikansi dari rekonstruksi model ini adalah gabungan antara konsep IWRM dan CBRM/CBNRM melalui integrasi aspek teknik dan aspek sosial dalam sebuah sistem pengelolaan sumber daya air berbasis komunitas yang berkelanjutan. Rekonstruksi model ini berusaha memperbaiki model-model pengelolaan sumber daya air sebelumnya. Salah satu contoh model pengelolaan sumber daya air yang pernah diaplikasikan di Jakarta-Bogor-Puncak-Cianjur (Jabopunjur), Waduk Saguling, dan Aceh adalah dalam bentuk *co-management*.

Model tersebut menjadi dasar pemikiran awal pembentukan model Cowarmoka. Penjelasan dan gambaran beberapa model *co-management* dalam pengelolaan sumber daya diuraikan dalam Bab II. Dalam Bab II juga diulas beberapa model *co-management* sebelumnya untuk mencari model *co-management* mana yang sesuai untuk diterapkan di Desa Ligarmukti. *Review* mengenai keunggulan dan kelemahan model *co-management* menjadi masukan untuk dapat diintegrasikan dalam kerangka pikir pembentukan model Cowarmoka.

Konsep kerangka pikir pembentukan model Cowarmoka diuraikan pada Bab III. Intinya, konsep yang mendasari pembangunan model ini adalah teori IWRM dan CBRM/CBNRM. Kedua konsep ini melengkapi kelemahan yang terdapat pada model *co-management*,

yakni pemerintah bertindak sebagai *top management*, yang kemudian dalam model Cowarmoka bergeser menjadi pihak yang berada di luar sistem, tetapi tetap memberikan dukungan kepada masyarakat.

Pada Bab IV, dijelaskan mengenai jasa ekosistem karst sebagai pendukung sumber daya air. Bab ini menjelaskan secara fisik beberapa jasa ekosistem yang teridentifikasi di lokasi studi guna mendukung terbentuknya model pengelolaan air bersih yang sesuai di Desa Ligarmukti. Jasa ekosistem yang dimaksudkan dibagi menjadi empat jenis, yaitu mata air, bentang alam, sumber daya alam, dan bahan galian serta keanekaragaman hayati. Keempat jasa ekosistem tersebut sangat berpengaruh terhadap keberhasilan sistem pengelolaan yang akan dibangun.

Pengelolaan jasa ekosistem yang ada di lokasi studi tentu diperuntukkan bagi peningkatan kesejahteraan, khususnya masyarakat Desa Ligarmukti, dan masyarakat di kawasan karst Ligarmukti secara umum. Oleh karena itu, perlu ada kajian terhadap hubungan antara pengelolaan air bersih dan peningkatan kesejahteraan masyarakat. Salah satu indikator yang dapat digunakan untuk menilai status kesejahteraan masyarakat terkait dengan sumber daya air adalah indeks kemiskinan air (*Water Poverty Index*). Penjelasan mengenai identifikasi kemiskinan air di daerah karst Ligarmukti dijelaskan pada Bab V.

Kemiskinan air, selain dari status sumber daya air yang ada, dipengaruhi oleh status sosial ekonomi masyarakat setempat. Pemahaman karakteristik sumber daya air dan aktivitas sosial ekonomi di lokasi studi menjadi pijakan dalam merumuskan serta membentuk model pengelolaan dan lembaga pengelolaan air bersih di lokasi studi. Berdasarkan hasil kajian pada bab-bab sebelumnya, kami mengidentifikasi ada dua perspektif besar yang mendasari pembentukan model Cowarmoka. Kedua perspektif yang dimaksudkan adalah perspektif teknik dan perspektif sosial. Bab VI akan menguraikan dan menjelaskan soal faktor-faktor dari perspektif

teknik (*hard system*), sedangkan Bab VII menjelaskan soal faktor-faktor dari perspektif sosial ekonomi (*soft system*).

Model Cowarmoka merupakan integrasi dari kedua perspektif tersebut dengan didasari oleh teori IWRM dan CBRM/CBNRM. Bagaimana mekanisme model Cowarmoka dapat dijelaskan di lokasi studi akan diuraikan pada Bab VIII. Pada bab ini, dijelaskan pula prinsip-prinsip dalam model Cowarmoka, struktur kelembagaan, fungsi setiap jabatan struktur kelembagaan, dan aturan mainnya. Mekanisme model sangat diperlukan agar konsep dapat dijalankan dengan baik dan bermanfaat.

## Daftar Pustaka

- Adiyoga, W., & Lukman, L. (2017). Persepsi dan adaptasi petani sayuran terhadap perubahan iklim di Sulawesi Selatan (vegetable farmers' perception on adaptation to climate change in Lowland and Highland Areas of South Sulawesi). *Jurnal Hortikultural*, 27(2), 279–296.
- Alihar, F., Marganingrum, D., Lubis, R. F., Maria, R., Purwoarminta, A., Soetopo, T., ... Pradipta, L. (2017). *Pengujian model kelembagaan sosial pengelolaan air bersih berbasis masyarakat di daerah karst*. Laporan Akhir Kegiatan Penelitian Labsos Kedeputusan IPSK LIPI. Jakarta: Kedeputusan IPSK LIPI.
- Asdak, C., & Salim, H. (2006). Daya Dukung Sumber Daya Air sebagai Pertimbangan Penataan Ruang. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 7(1), 16–25. doi: <http://dx.doi.org/10.29122/jtl.v7i1>.
- Balazs, D. (1968). Intensity of the Tropical Karst Development Based on Cases of Indonesia, *Karszt-Es Barlangkutatas*, VI. Budapest: Globus nyomda, 67.
- Bakker, K., & Morinville, C. (2013). The governance dimensions of water security: a review. *Philosophical Transactions of The Royal A Society*. Diakses pada 10 Januari 2015 dari <http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2013.0116>.
- Brunsch, A., Adji, T. N., Stoffel, D., Ikhwan, M., Oberle, P., & Nestmann, F. (2011). *Hydrological assessment of a karst area in Southern Java with respect to climate phenomena*. Dalam Haryono, E., Adji, T.N., & Suratman. Proceeding of Asian Trans Disciplinary Karst Conference

- 2011 (Hlm. 55–68). Yogyakarta: Karst Research Group, Faculty of Geography, Gadjah Mada University. ISBN: 978-602-8487-17-7.
- Callan, S. J., & Thomas, J. M. (2000). *Environmental Economics and Management: Theory, Policy, and Application*. Second Edition. Orlando: The Dryden Press, Harcourt College Publisher.
- Falkenmark, M., dan Lundqvist, J. (1995). *Hydropolitics: Conflict over water as a development constrain*. London: Zed Books Ltd.
- Ford, D., & Williams, P. (1992). *Karst Hydrogeology and Geomorphology*. Chicester, West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.
- Gadzalo, Y., Romashchenko, M., & Yatsiuk, M. (2018). Conceptual framework to ensure water security in Ukraine. *Proc. IAHS*, 376, 63–68.
- Hakala, E. (2017). Economic sustainability, water security and multi-level governance of local water schemes in Nepal, *Revista de Pazy Conflictus*, 10, 87–111.
- Helmi. (2003). Aspek pengelolaan terpadu sumber daya air (Integrated Water Resources Management/IWRM) dalam pembaharuan kebijakan menuju pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan di Indonesia. *Seminar Nasional tentang Menuju pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan*. Padang: Pusat Studi Irigasi, Sumber Daya Air, Lahan, dan Pembangunan (PSI-SDALP) Universitas Andalas; Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas); dan Food and Agriculture Organization (FAO), Jakarta Office Padang.
- Hidalgo, H. S., Dominiquez, I. R. M., Herrera, M. T. A., & Olivas, A. G. (2009). Mathematical modeling for the integrated management of water resources in hydrological basins. *Water Resource Management*, 23, 721–730. <https://doi.org/10.1007/s11269-008-9296-y>.
- Jusuf, G. (2015). *Blue gold, Emas biru sumber kehidupan nyawa kehidupan*. Jakarta: Berita Nusantara.
- Karyana, A. (2001). *Peran dan fungsi organisasi pembangunan DAS Ciliwung*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Kodoatie, R. J., & Sjarief, R. (2010). *Tata ruang air*. Yogyakarta: ANDI.
- Kodoatie, R. J., Suharyanto, Sangkawati, S., & Edhisono. (2002). *Pengelolaan sumber daya air dalam otonomi daerah*. Yogyakarta: ANDI.
- Marganingrum, D. (2013). *Manajemen sumber daya air terpadu “Waduk Saguling” dalam Rangka Pengembangan SPAM Regional KSN Cekungan Bandung*. (Disertasi). Program Studi Teknik Lingkungan, ITB.

- Marganingrum, D. (2017). Carrying capacity of water resources in Bandung Basin. *Global colloquium on GeoSciences and Engineering Series: Earth and Environmental Science*, 118. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/118/1/012026>.
- Marganingrum, D., Santoso, H., Tarsim, C., Rusydi, A. F., Makhmuddin, D., & Subhanwan, I. (2011). *Konsep Pengurangan Kemiskinan Berdasarkan Eksplorasi Variabel-variabel Penyusun Indeks Kemiskinan Air (Water Poverty Index)*. Studi kasus cekungan Bandung. Laporan Akhir Kegiatan Penelitian Program Kompetitif LIPI, Subprogram VII Critical Strategic Social Issues (CSSI). Bandung.
- Narulita, I., & Marganingrum, D. (2017). Analisis curah hujan, perubahan tutupan lahan, dan penyusunan kurva IDF untuk analisis peluang banjir: studi kasus DAS Cerucuk, Pulau Belitung. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, 8(2), 57–70.
- Nestman, F., Oberle, P., Ikhwan, M., Stoffel, D., & Solichin. (2013). Development of underground water extraction system for karst regions with adapted technologies and operating system – Pilot Plant in Java, Indonesia. *Procedia Engineering*, 54, 58–68.
- Pribadi, K. N., & Oktavia, P. (2007). Pengelolaan sumber daya air terpadu melalui pengembangan kebijakan pembangunan berkelanjutan di Cekungan Bandung. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 18(2), 1–32.
- Rahm, D., Swatuk, L., & Matheny, E. (2006). Water resource management in Botswana: Balancing sustainability and economic development. *Environment, Development and Sustainability*, 8, 157–183. <https://doi.org/10.1007/s10668-005-2491-6>.
- Saveniji, H. H., & Zaag, P. (2008). Integrated water resources management: Concepts and issues. *Physics and Chemistry of Earth*, 33, 290–297.
- Schulz, E. F. (1976). *Problems in applied hydrology*. Colorado: Water Resources Publication.
- Sutikno. (1996). *Geomorfologi karst dan pemanfaatannya dalam pengelolaan kawasan batu gamping karst*. Makalah Simposium Nasional II Lingkungan Karst. Jakarta: HIKESPI-LIPI-Dep.Hut-Meneg LH.
- Thapa, B. R., Ishidaira, H., Pandey, V. P., Bhandari, T. M., & Shakya, N. M. (2018). Evaluation of water security in Kathmandu Valley before and after water transfer from another basin. *Water*, 10(224), 1–12. <https://doi.org/10.3390/w10020224>.

- UN-Water. (2013). *Water Security and the Global Water Agenda: A UN-Water Analytical Brief*. Ontario, Canada: Institute for Water, Environment & Health, United Nations University.
- Wijayanti, P., Noviani, R., & Tjahjono, G. A. (2015). Dampak perubahan iklim terhadapimbangan air secara meteorologis dengan menggunakan metode thornthwaite mather untuk analisis kekritisn air di karst Wonogiri. *Geomedia*, 13(1), 27–40.
- Young, G., Demuth, S., Mishra, A., & Cudennec, C. (2015). Hydrological sciences and water security: An overview, Proceedings of the 11th Kovacs Colloquium, Paris France, June 2014: *Hydrological Science and Water Securuty: Past, Present, and Future*. (June 2014), 1–9. <https://doi.org/10.5194/piahs-366-1-2015>.
- Yulia. (2015). *Pemberdayaan fungsi dan wewenang keujruen blang di Kecamatan Sawang, Aceh Utara*. Lhokseumawe: Universitas Malikul Saleh.
- Zhang, W., Wang, Y., Peng, H., Li, Y., Tang, J., & Wu, K. B. (2009). A coupled water quantity-quality model for water allocation analysis. *Water Resour. Manage.* 24(23), 485–511. <https://doi.org/10.1007/s11269-009-9456-8>.



## BAB II

# Model *Co-Management* dalam Pengelolaan Air Bersih

*Fadjri Alihar*

Dari berbagai telaah literatur mengenai model *co-management*, kiranya bab ini bertujuan mencoba mengkaji ketiga model yang pernah dilakukan di berbagai daerah dan apakah model *co-management* tersebut dapat diterapkan dalam Model Kelembagaan Pengelolaan Air Bersih di Desa Ligarmukti.

### **A. Prinsip-prinsip *Co-Management***

Seperti diketahui, dalam era otonomi daerah sekarang ini, yang diatur melalui Undang-Undang Nomor 22 Tahun 1999 tentang Desentralisasi Pemerintahan serta Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah, legitimasi penguasaan sumber daya alam diberikan oleh pemerintah pusat kepada pemerintah kabupaten atau kota. Hal ini merupakan bentuk koreksi terhadap rezim penguasa sebelumnya, yaitu Pemerintah Orde Baru atas nama negara dan pemerintah pusat yang bertindak sebagai pengontrol utama sumber daya alam. Namun di sisi lain, pemerintah daerah (kabupaten dan kota) berada pada posisi yang sangat lemah, terutama dalam penegakan hukum dan kelembagaan yang mengendalikan sektor privat (swasta) serta komunitas lokal dalam pemanfaatan sumber daya alam.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Pada kondisi tersebut, sumber daya alam dianggap sebagai *open access*, yang berarti siapa saja, kapan saja, dan di mana saja dapat mengeksploitasinya secara bebas tanpa kendali. Oleh karena itu, diperlukan sebuah kebijakan yang berkelanjutan dalam pengelolaan sumber daya alam secara terpadu dengan menggunakan prinsip-prinsip *co-management*. *Co-management* merupakan sebuah konsep tata laksana pengelolaan sumber daya alam yang melibatkan dan menjamin berjalannya mekanisme kerja sama secara *fair* dalam hal fungsi manajemen pengelolaan sumber daya alam pada suatu wilayah atau sumber daya alam tertentu.

Munculnya konsep *co-management* merupakan reaksi atas berbagai kejadian, seperti konflik sosial, baik horizontal maupun vertikal, terutama dalam pemanfaatan sumber daya alam. Selain itu, adanya semangat kapitalistik dalam mengeksploitasi sumber daya alam menjadi faktor pendorong munculnya konsep *co-management*. Dengan demikian, konsep *co-management* memberikan peluang sebesar-besarnya bagi masyarakat (lokal) dalam pengelolaan sumber daya alam.

Dalam mengimplementasikan konsep *co-management*, ada beberapa prinsip yang harus dijadikan petunjuk. Pertama, menghormati hak ulayat; Kedua, menghormati hak-hak masyarakat lokal; Ketiga, harus mengintegrasikan antar-kawasan dan pihak-pihak terkait; Keempat, memiliki transparansi, demokrasi, dan perencanaan yang berasal dari bawah serta bersifat partisipatori. Semuanya tidak akan dapat berjalan jika tidak didukung tiga pilar dalam *co-management*. Tiga pilar *co-management* tersebut adalah

1. keadilan sosial dan kesejahteraan masyarakat,
2. pemanfaatan sumber daya alam yang berkelanjutan serta
3. pengembangan dan pelaksanaan prakarsa yang berbasis komunitas lokal

Berdasarkan berbagai konsep *co-management*, kiranya perlu juga ditinjau penerapan konsep tersebut terhadap model pengelolaan

sumber daya alam yang dilakukan sebelumnya. Ada beberapa model pengelolaan sumber daya alam yang pernah diaplikasikan dan akan dibahas. Pertama, studi reposisi institusi DAS yang dilakukan di DAS Ciliwung (2004). Kedua, studi tentang partisipasi masyarakat dalam pengelolaan Waduk Saguling (2005); Ketiga, pengalaman masyarakat dalam penyediaan air bersih di Aceh pascatsunami (2009) yang disebut dengan *keujruen blang*. Selanjutnya, pada bagian terakhir, dibahas tentang keunggulan dan kelemahan model *co-management*.

## **B. Aplikasi Model *Co-Management* dalam Pengelolaan Sumber Daya Air di DAS Ciliwung**

Penelitian tentang reposisi institusi pengelolaan daerah aliran sungai (DAS) di DAS Ciliwung bermula dari perdebatan bencana banjir yang melanda wilayah DKI Jakarta pada 1996 dan 2002. Bencana tersebut ternyata menyadarkan banyak pihak mengenai berbagai hal, antara lain melakukan antisipasi banjir dengan perbaikan teknis, lingkungan, dan sosial Sungai Ciliwung, hingga pengelolaan DAS Ciliwung. Wacana mengenai pengelolaan DAS Ciliwung muncul ketika disadari bahwa kontribusi bagian hulu, tengah, dan hilir terhadap bencana banjir ternyata tidak dapat diabaikan.

Perdebatan hulu-hilir mengemuka di berbagai media massa, bahkan menjadi kajian menarik di kalangan akademisi dan para pengambil kebijakan selama masa banjir tersebut berlangsung. Perang tudingan bahkan berlangsung di kalangan aparat pemerintah daerah, yaitu antara Pemerintah Kabupaten Bogor dan Pemerintah Provinsi DKI Jakarta. Perang tudingan tersebut tidak terlepas dari konsep hulu-hilir yang terlanjur dimengerti secara umum sebagai bagian dari DAS yang penting. Selama masa tudingan tersebut, tidak ada instansi pemerintah yang berani mengangkat jari untuk bertanggung jawab atas musibah bencana banjir yang melanda Jakarta (Gutomo, 2004).

Kalangan akademisi dari Institut Pertanian Bogor (IPB) (2003) menganggap DAS Ciliwung merupakan salah satu pemasok air yang

penting bagi wilayah DKI Jakarta dan, jika meluap, dampak yang ditimbulkannya akan langsung mengenai jantung ibu kota dan pusat-pusat ekonomi yang penting di kota metropolitan tersebut. Pentingnya DAS Ciliwung bagi DKI Jakarta dan kompleksitas masalah struktural di DAS tersebut merupakan contoh representatif untuk membangun kapasitas dan solidaritas multi-pihak dalam pengelolaan sumber daya alam yang berwawasan lingkungan.

Berdasarkan kajian tersebut, ditemukan bahwa kebijakan pengelolaan DAS masih bersifat *top down* dan lebih mengutamakan berbagai masalah yang berkaitan dengan kondisi biofisik sungai. Sementara itu, penduduk yang hidup di bantaran sungai yang menjadi bagian dari kehidupan di lingkungan DAS Ciliwung ternyata masih sangat terbatas diperhatikan. Selain itu, status legal formal penduduk yang mendiami bantaran sungai sering kali dicap sebagai penduduk ilegal dan wilayahnya dianggap sebagai permukiman liar.

Dari uraian tersebut, terlihat bahwa pengelolaan DAS Ciliwung sangat kompleks, terutama dari kondisi fisik dan kelembagaan. Kompleksitas tersebut dapat dikelompokkan ke dalam tiga hal: *pertama*, menyangkut kondisi fisik dan keanekaragaman hayati DAS Ciliwung; *kedua*, menyangkut karakteristik sosio-ekonomi serta budaya masyarakatnya; dan *ketiga*, menyangkut kondisi wilayah administratif, termasuk di dalamnya kondisi kelembagaannya. Sementara itu, kelembagaan DAS Ciliwung terdiri atas kelembagaan pemerintah, kelembagaan masyarakat, dan kelembagaan swasta (Gutomo, 2004). Dalam pengelolaan DAS Ciliwung, tampak kelembagaan-kelembagaan yang dibentuk pemerintah lebih dominan daripada kelembagaan lainnya. Seperti diketahui, pengelolaan DAS Ciliwung berada di bawah Balai Pengelolaan DAS Ciliwung-Citarum (Gambar 2.1).

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kelembagaan yang dibentuk pemerintah adalah pihak yang paling siap mengelola DAS Ciliwung. Hal ini terjadi karena pemerintah mempunyai sarana dan



Sumber: Gutomo (2004)

**Gambar 2.1** Struktur Organisasi Balai Pengelolaan DAS

prasarana pendukung untuk melaksanakan kelembagaan tersebut, baik dari segi sumber daya manusia (SDM) maupun dana. Sementara itu, kelembagaan sosial-kemasyarakatan dan swasta tidak mempunyai pengalaman dan kapasitas dalam pengelolaan DAS Ciliwung karena keterbatasan SDM dan dana. Karyana (2001) telah mengidentifikasi ada 18 instansi pemerintah, terutama yang setingkat dengan instansi departemen, yang terkait langsung ataupun tidak langsung dalam pengelolaan DAS Ciliwung.

Secara umum, dapat dikatakan bahwa peran dan fungsi tiap instansi berbeda dalam pengelolaan DAS Ciliwung:

- a. Balai Pengelolaan DAS menangani bagian *catchment area* dari hulu hingga hilir.
- b. Proyek Induk Pengembangan Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane (PIPWSCC), menangani tubuh sungai dan tata guna air. Lembaga lain di bawah Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (sekarang Kementerian PUPR), seperti Dinas Pekerjaan Umum dan Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air, menangani fisik sungai pada setiap daerah.
- c. Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) menangani kualitas air.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Seyogianya, keluarnya Undang-Undang Otonomi Daerah dengan program desentralisasinya akan menciptakan aparatur pemerintah daerah yang sadar terhadap kondisi lingkungannya. Kesadaran ini terbentuk melalui pelimpahan tugas dan wewenang dari pusat ke daerah sehingga peran, fungsi, dan kewenangan aparatur pemerintah daerah semakin lebih besar. Di masa mendatang, diharapkan akan lahir pengelolaan DAS Ciliwung secara terpadu yang melibatkan berbagai *stakeholders*. Namun, hingga saat ini, konsep pengelolaan DAS Ciliwung secara terpadu hanya sebatas konsep karena

- a. ego sektor dan daerah yang sangat kuat, terutama peran negara;
- b. wilayahnya sangat besar; serta
- c. karakteristik masyarakat yang heterogen.

Seharusnya, kelembagaan pengelolaan DAS Ciliwung dikembangkan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Kelembagaan yang akan dibangun harus kuat dan tangguh, tetapi fleksibel dalam menyongsong dinamika pembangunan yang ada pada kawasan DAS tersebut. Kelembagaan pengelolaan DAS Ciliwung tidak dapat lahir dengan sendirinya, melainkan harus dibangun dan dikembangkan menurut rancang bangun sebuah kelembagaan yang di dalamnya terdapat berbagai faktor yang saling mendukung.

### **C. Aplikasi Model *Co-Management* dalam Pengelolaan Sumber Daya Air di Waduk Saguling**

Penelitian “Partisipasi Masyarakat dalam Pengelolaan Waduk Saguling” berangkat dari pemikiran bahwa selama ini banyak sekali sumber daya alam yang diatur dan dikuasai negara dengan kebijakan yang bersifat *top down*. Dengan demikian, masyarakat, dalam hal ini masyarakat lokal, sama sekali tidak diberi ruang untuk berpartisipasi dalam pengelolaan sumber daya alam tersebut (Hidayat, 2008). Setelah keluarnya Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2001 tentang Desentralisasi yang mengatur tentang pemerintahan daerah,

seharusnya masyarakat lokal yang berdomisili di sekitar Waduk Saguling ataupun sumber daya alam lainnya diberi kesempatan berpartisipasi untuk mengelolanya.

Undang-Undang Desentralisasi tersebut telah memberikan kewenangan kepada daerah untuk mengatur pemerintahannya sendiri, termasuk kewenangan pengaturan anggaran pembangunan. Selanjutnya, bergulirnya era reformasi kiranya juga berdampak terhadap partisipasi masyarakat karena mereka diberi kebebasan berekspresi dalam wajah demokrasi. Walaupun dalam kenyataannya kelahiran sistem desentralisasi tersebut ternyata telah menghancurkan sumber daya alam karena pemerintah daerah seakan-akan berlomba-lomba mengurasnya demi kepentingan pendapatan asli daerah (PAD).

Berhubung kekuasaan negara dalam pengelolaan sumber daya alam sangat dominan, dari pusat, provinsi, apalagi daerah tingkat dua maka penelitian ini mencoba melihat sejauh mana partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sumber daya alam, dalam hal ini Waduk Saguling yang terletak di Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat. Salah satu permasalahan yang ingin dilihat adalah kondisi Waduk Saguling yang saat ini sangat kritis karena mengalami sedimentasi yang sangat tinggi akibat adanya kegiatan keramba jaring apung serta berkaitan dengan *illegal logging*, baik yang terjadi di sekitar maupun bagian hulu waduk tersebut.

Dalam pengelolaan Waduk Saguling, diterapkan berbagai aturan, di antaranya tidak boleh bercocok tanam di pinggir waduk dan dilarang membuang sampah ke dalam waduk tersebut. Sementara itu, jumlah keramba jaring apung yang semula dibatasi, lambat laun berkembang sangat pesat dan ada kecenderungan tidak terkendali. Waduk Saguling juga merupakan destinasi wisata yang ternyata terdapat banyak sampah di dalamnya. Keberagaman aktivitas masyarakat di Waduk Saguling telah mengakibatkan pengelolaannya semakin kompleks. Dalam kondisi tersebut, terlihat Badan Pengelola Waduk

Saguling tidak mampu mencegah berbagai tindakan masyarakat yang cenderung tidak bersahabat dengan lingkungan.

Seyogianya, dalam pengelolaan Waduk Saguling, masyarakat dilibatkan secara penuh dari hulu sampai hilir, terutama yang berkaitan dengan masalah lingkungan. Sementara itu, urusan teknik tentu bisa ditangani manajemen Waduk Saguling sendiri. Namun, pada kenyataannya, masyarakat sekitar Waduk Saguling sama sekali tidak pernah diberdayakan. Bantuan (*corporate social responsibility* (CSR) yang tidak begitu besar hanya dimanfaatkan oleh masyarakat untuk membangun lapangan olahraga dan perbaikan rumah ibadah.

Seharusnya, CSR bisa diarahkan oleh pihak manajemen Waduk Saguling agar dimanfaatkan oleh masyarakat untuk melakukan kegiatan yang lebih produktif, seperti kegiatan perdagangan serta penanaman pohon-pohon dan buah-buahan di sekitar waduk atau membuat pelatihan agar masyarakat menjauhi kegiatan di sekitar waduk, seperti kegiatan keramba jaring apung. Namun, dalam kenyataannya, proporsi masyarakat untuk berpartisipasi dalam pengelolaan Waduk Saguling sangat kecil, yaitu hanya terbatas pada aktivitas pembersihan lingkungan dari sampah. Seharusnya, dengan adanya dana CSR, masyarakat diarahkan untuk melakukan kegiatan yang tidak bersentuhan dengan badan air waduk.

Memperhatikan kondisi tersebut, kiranya model pengelolaan Waduk Saguling belum tentu tepat untuk diterapkan dalam model pengelolaan air bersih di Desa Ligarmukti. Ini mengingat proporsi masyarakat yang terlibat di dalamnya sangat kecil. Sementara itu, pengelolaan waduk tersebut masih bersifat *top down* dan menggunakan prosedur operasi standar (*standard operating procedure*/SOP) yang sama dengan waduk-waduk lainnya yang tersebar di seluruh Indonesia. Dengan sistem tersebut, terlihat masyarakat tidak diberi peran yang signifikan karena kualitasnya masih rendah.

Secara struktural dan fungsional, Waduk Saguling berada di bawah Perusahaan Indonesia Power. Indonesia Power adalah anak

perusahaan PT Perusahaan Listrik Negara (PLN) yang berfungsi menyuplai arus listrik. Untuk keperluan tersebut, Indonesia Power kemudian membangun beberapa waduk sebagai pembangkit tenaga listrik yang nantinya arus listriknya dibeli PLN. Selain Waduk Saguling, ada beberapa waduk yang dibangun oleh Indonesia Power, yaitu Waduk Cirata dan Waduk Jatiluhur serta waduk-waduk lain yang tersebar di seluruh Nusantara.

#### **D. Aplikasi Model *Co-Management* dalam Pengelolaan Sumber Daya Air *Keujruen Blang***

*Keujruen blang* merupakan salah satu lembaga adat di Aceh. Kelembagaan *keujruen blang* lahir melalui Qanun Nomor 10 Tahun 2008, yaitu orang yang memimpin dan mengatur kegiatan di bidang usaha persawahan. Lebih jauh, Pasal 2, Qanun Nomor 10 Tahun 2008 menjelaskan bahwa *keujruen blang* mempunyai tugas sebagai berikut:

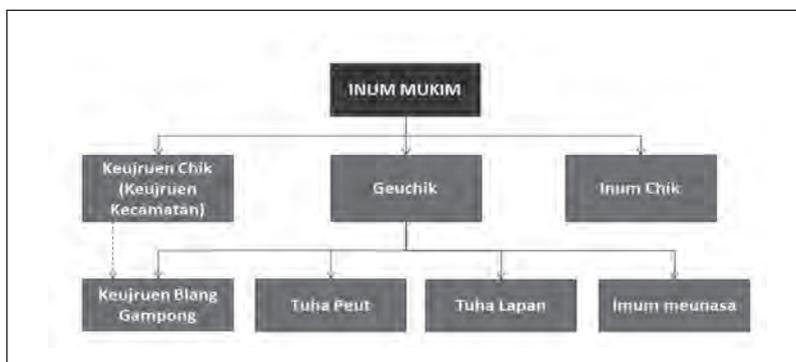
- a. Mengoordinasikan tata cara turun ke sawah;
- b. Mengatur pembagian air;
- c. Membantu pemerintah dalam bidang pertanian; dan
- d. Menyelesaikan sengketa antarpetani yang berkaitan dengan pelaksanaan usaha pertanian sawah.

Secara sederhana, *keujruen blang* digambarkan sebagai salah satu lembaga adat yang berada di bawah *imum mukim* dan merupakan lembaga tertinggi di bawah kecamatan. Setelah *imum mukim*, ada *imum chik*, yaitu imam di masjid pada tingkat mukim. Kemudian, ada *keujruen chik*, yang berada di bawah kecamatan. Setelah itu, ada *geuchik*, yang berperan sebagai pemimpin *gampong* (kampung). Di dalam *gampong*, terdapat lembaga adat bernama *tuha peut* (sebutan untuk tokoh empat desa), yang merupakan badan penasihat dalam *gampong* sebagai representasi dari beberapa unsur dalam *gampong*. Selanjutnya, ada *tuha lapan* (tokoh desa yang terdiri atas delapan orang), yang membantu *geuchik* dalam menjalankan tugasnya. Adapun *imum meunasah* bertugas membantu *geuchik* dalam bidang agama.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Sementara itu, *keujruen blang* membantu *geuchik* dalam bidang persawahan, terutama bagi kelompok masyarakat yang memiliki tanah sawah (Gambar 2.2). Beberapa tugas *keujruen blang* berkaitan dengan penentuan dan koordinasi tata cara turun ke sawah. *Keujruen blang* dibantu oleh *keujruen blang kecamatan* (atau disebut sebagai *keujruen chik*), yang biasanya bertugas menentukan pelaksanaan turun ke sawah. Biasanya, *keujruen chik* mengadakan rapat koordinasi dengan semua *keuchik*, *imum mukim*, *keujruen gampong*, para unsur mupika, dan penyuluh pertanian. Tujuan rapat tersebut adalah menentukan hari turun ke sawah bagi semua *gampong*. Sementara itu, *keujruen blang* bertugas sebagai koordinator para petani untuk membersihkan saluran air (Yulia, 2015).

Ada beberapa kritik terhadap usaha pemerintah daerah yang ingin menggantikan *keujruen blang* dengan Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A). Pada mulanya, P3A berhasil memecahkan beberapa persoalan pertanian sawah, tetapi sulit dipertahankan dalam jangka panjang karena modal sosial yang hidup di tengah-tengah masyarakat makin terabaikan (Darmawan, 2012). Diketahui, hanya dalam satu tahun (1997–1998), terbentuk sebanyak 176 kelembagaan P3A. Hanya saja P3A tidak berfungsi optimal dalam mengelola persawahan karena lembaga tersebut tidak mengakar kuat di dalam masyarakat sehingga



Sumber: Yulia (2015)

**Gambar 2.2** Susunan Kelembagaan *Keujruen Blang* di Aceh

Buku ini tidak diperjualbelikan.

tidak bisa berjalan lantaran tidak mendapat dukungan secara optimal dari masyarakat.

Seharusnya pemerintah daerah kembali menggunakan perangkat adat berupa kearifan lokal yang bergerak di bidang pertanian yang bernama *keujruen blang*. Perannya mencakup pengaturan dan koordinasi pembagian air kepada petani. Peran yang lain adalah memimpin pelaksanaan gotong royong, memastikan pelaksanaan kesepakatan adat, dan terlibat langsung dalam penyelesaian sengketa. Lembaga *keujruen blang* juga berfungsi menciptakan ketahanan pangan masyarakat lokal.

Namun, setelah kegiatan “rehabilitasi-rekonstruksi” (rehab-rekon) dilakukan untuk membangun Aceh kembali pasca-bencana tsunami, sepertinya model pengelolaan *keujruen blang* tidak disentuh lagi. Padahal, model tersebut sangat penting diterapkan, khususnya untuk pemberdayaan masyarakat. Model tersebut membuat masyarakat terlatih dalam berkreasi, terutama dalam pemenuhan kebutuhan fisik, seperti air bersih. Pada saat kegiatan rehab-rekon, semua kebutuhan fisik dan nonfisik masyarakat dipasok oleh negara, dan hal itu menyebabkan masyarakat menjadi manja.

Adapun kritik lainnya terhadap kelembagaan *keujruen blang* terutama berkaitan dengan fungsi hidrologis. Seyogianya, pengelolaan air oleh *keujruen blang* tersebut dilakukan dalam konsep kawasan hidrologis (bukan pendekatan administratif) sehingga potensi konflik dalam pengelolaan irigasi dapat dihindari. Sementara itu, iuran pengguna air (ipair) ternyata tidak dapat diberlakukan secara umum karena tingkat pelayanan aparat pengairan bergantung pada kebutuhan petani dan ketersediaan air. Saat air berada dalam kondisi cukup, petani merasa tidak memerlukan pelayanan, dan hal ini tentunya berdampak terhadap tarif ipair.

Sebenarnya, model pengelolaan *keujruen blang* pada awalnya dilakukan untuk kegiatan pertanian di Aceh. Namun, ketika terjadi bencana tsunami lalu, masyarakat bergotong royong mencari air bersih

dengan menerapkan model tersebut. Semula, model pengelolaan air *keujruen blang* dilakukan dengan sistem gotong royong di bawah kelompok tani. Namun, ketika terjadi tsunami, model *keujruen blang* dilakukan atas partisipasi masyarakat secara penuh, dari pembuatan instalasi air secara sederhana sampai pemungutan iuran yang juga dilakukan secara sukarela. Namun, dalam model *keujruen blang* ini, keterlibatan masyarakat lebih bersifat sporadis karena adanya bencana tsunami. Jika tidak ada bencana tsunami, ada kemungkinan masyarakat tidak termotivasi untuk melakukan pengelolaan air bersih. Hal ini menunjukkan bahwa model *keujruen blang* belum tentu cocok diterapkan di Desa Ligarmukti dengan alasan sebagai berikut:

- a. Sumber mata air *keujruen blang* adalah sungai, sedangkan di Ligarmukti terdiri atas beberapa sumber mata air.
- b. Partisipasi masyarakat ketika terjadi tsunami lebih bersifat sporadis daripada partisipasi dalam arti yang sesungguhnya.
- c. Karakteristik masyarakatnya berbeda antara masyarakat Aceh dan masyarakat Sunda di Desa Ligarmukti.

Ketiga model tersebut kiranya tidak begitu sesuai jika diterapkan dalam pengelolaan air bersih di Desa Ligarmukti. Hal ini terjadi karena karakteristiknya sangat spesifik lantaran terletak di daerah karst dan memiliki sumber mata air yang cukup banyak dan tersebar. Selain itu, ancaman terhadap keberlangsungan sumber daya airnya sangat besar karena ada pabrik semen di sekitar daerah tersebut. Pengelolaan air bersih di Desa Ligarmukti lebih menekankan partisipasi masyarakat secara utuh dengan kelembagaan yang sesuai dengan karakteristik masyarakat lokal.

### **E. Keunggulan dan Kelemahan Model *Co-Management***

Seperti yang telah dijelaskan, konsep *co-management* merupakan konsep yang baru dalam pengelolaan sumber daya alam. Model tersebut muncul ketika pengelolaan sumber daya alam dilakukan

secara berlebihan tanpa mempertimbangkan kaidah-kaidah lingkungan. Sebelumnya, dalam kemunculan konsep *co-management*, peran negara terlihat sangat dominan dalam pengelolaan sumber daya alam tersebut. Namun, dalam kenyataannya, kontrol negara masih sangat lemah, terutama soal penegakan hukum dan kelembagaan dalam mengendalikan sektor swasta dan masyarakat lokal dalam pemanfaatan sumber daya alam.

Dengan adanya konsep *co-management*, terlihat sistem pengelolaan sumber daya alam lebih memperhatikan entitas dan komunitas lokal. Pengelolaannya pun dilakukan secara bersama-sama dan berkesinambungan untuk menjaga kelestarian sumber daya alam yang ada. Hal ini mengingat selama ini pengelolaan sumber daya alam lebih berfokus pada keuntungan belaka yang cenderung melakukan pengurusan tanpa memperhatikan kesejahteraan masyarakat yang ada di sekitarnya sama sekali.

Dengan menggunakan konsep *co-management*, semua elemen masyarakat diajak berperan serta atau berkolaborasi dalam mengelola sumber daya alam yang ada. Dengan demikian, salah satu kelebihan penggunaan sistem *co-management* adalah melibatkan semua anggota masyarakat dari hulu sampai hilir dalam pengelolaan sumber daya alam. Dengan kata lain, sistem *co-management* dalam pengelolaan sumber daya alam memberikan beberapa manfaat, antara lain:

- a. Dapat mencegah terjadinya konflik, baik horizontal maupun vertikal, dalam pemanfaatan sumber daya alam.
- b. Mampu menciptakan keadilan sosial dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat.
- c. Tidak ada diskriminasi dalam pengelolaan sumber daya alam antara kelompok masyarakat yang satu dan yang lain.
- d. Dapat menjembatani berbagai kelompok yang berbeda dalam pengelolaan sumber daya alam.

Di samping mempunyai manfaat, pengelolaan sumber daya alam dengan menggunakan konsep *co-management* ternyata mempunyai beberapa kelemahan, antara lain masyarakat mempunyai karakteristik yang berbeda satu sama lain, yang tentunya sangat sulit untuk mengaturnya. Hal ini mengingat sulitnya menghilangkan sifat dan ego individu, apalagi yang berkaitan dengan keuntungan dalam pengelolaan sumber daya alam. Kelemahan lain adalah kadang kala lokasi sumber daya alamnya tidak berada dalam satu wilayah sehingga menjadi kendala yang mendorong terjadinya kolaborasi antarkelompok masyarakat.

Untuk mengatasi hal-hal tersebut, perlu dilakukan kegiatan sosialisasi antarkelompok masyarakat untuk memahami pola pengelolaan sumber daya alam secara bersama-sama tanpa ada sekat primordialisme. Dengan demikian, semua orang memiliki hak yang sama sesuai dengan kapasitasnya dalam pengelolaan sumber daya alam. Oleh karena itu, diperlukan *capacity building* bagi berbagai kelompok masyarakat agar mereka memahami peran masing-masing dalam pengelolaan sumber daya alam. Berbagai pelatihan dan peningkatan pengetahuan juga diperlukan agar berbagai kelompok masyarakat dapat memahami bagaimana mengelola sumber daya alam yang berkelanjutan.

## **F. Implementasi Model Pengelolaan Air Bersih**

Dari ketiga model *co-management* dalam pengelolaan sumber daya alam yang dilakukan, terlihat bahwa sentuhan pemerintah terhadap partisipasi masyarakat masih sangat lemah. Hal ini terlihat dalam pengelolaan DAS Ciliwung dan Waduk Saguling karena campur tangan pemerintah sangat dominan mulai di hulu hingga ke hilir. Hanya sedikit peran masyarakat yang terlibat, terutama dalam pengelolaan Waduk Saguling, itu pun hanya terbatas dalam pembersihan sampah di sekitar waduk.

Sementara itu, keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan *keujruen blang* di Aceh menunjukkan peran yang sangat signifikan, terutama dalam kegiatan pengairan persawahan. Namun, dalam model pengelolaan *keujruen blang*, terlihat peran pemerintah daerah (tingkat kecamatan) masih berpengaruh. Keterlibatan pemerintah tersebut kiranya dapat dimaklumi karena menyangkut pembangunan infrastruktur pengairan (irigasi). Jika mengharapkan partisipasi masyarakat saja, tidak akan dapat terbangun sebuah infrastruktur irigasi karena berkaitan dengan persoalan dana.

Dengan demikian, ketiga model tersebut kiranya belum tentu cocok jika diterapkan dalam pengelolaan air bersih di Desa Ligarmukti. Hal ini mengingat karakteristiknya sangat spesifik karena terletak di daerah karst serta memiliki sumber mata air yang cukup banyak dan tersebar. Sementara itu, dalam pengelolaan DAS Ciliwung dan Waduk Saguling, keberadaan masyarakat lebih diarahkan untuk menjaga kelestarian sumber daya alam. Hanya sedikit persamaan yang terlihat dalam pengelolaan *keujruen blang* yang diterangkan ketika terjadi tsunami, terutama dalam kaitannya untuk pemenuhan ketersediaan air bersih. Namun, model *keujruen blang* tersebut masih harus diuji apakah dalam kondisi normal masih berfungsi.

Oleh sebab itu, dalam pengelolaan sumber daya alam dengan model *co-management*, diperlukan pendampingan bagi masyarakat yang terlibat di dalamnya. Di samping itu, perlu ada penguatan kapasitas dalam masyarakat sehingga mereka bisa terlibat secara penuh dalam model *co-management*. Salah satu cara meningkatkan kapasitas tersebut adalah melalui peningkatan kualitas sumber daya manusia, baik lewat pendidikan maupun pelatihan. Berhubung ketiga model tersebut tidak serta-merta bisa diterapkan dalam pengelolaan air bersih di Desa Ligarmukti, kiranya perlu dibentuk sebuah badan pengelolaan baru yang di dalamnya terdapat berbagai unsur masyarakat yang mempunyai tanggung jawab sesuai dengan keterampilan masing-masing.

## Daftar Pustaka

- Darmawan, S. (2012). *Sosiologi desa, revolusi senyap, dan tarikan kompleksitas*. Makassar: Ininnawa.
- Dewan Perwakilan Rakyat. (1999). Undang-Undang Nomor 22 Tahun 1999 tentang Sistem Desentralisasi Pemerintahan. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. (2001). Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2001 tentang Perimbangan Keuangan antara Pusat dan Daerah. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. (2004). Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah. Jakarta.
- Ditjen Cipta Karya. (1998). *Petunjuk teknis perencanaan, pelaksanaan, pengawasan, pembangunan, dan pengelolaan sistem penyediaan air bersih perdesaan*. Jakarta: Departemen PU.
- Gutomo, B. A. (2004). *Reposisi institusi pengelolaan DAS, untuk pengembangan partisipasi masyarakat, studi di DAS Ciliwung*. Jakarta: Pusat Penelitian Kependudukan LIPI.
- Hidayat, S. (2008). *Refleksi realitas otonomi daerah dan tantangan ke depan*. Jakarta: Pustaka Quantum.
- Karyana, A. (2001). *Peran dan fungsi organisasi pembangunan DAS Ciliwung*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Kementerian Kesehatan. (2010). Peraturan Menteri Kesehatan No. 492/ Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2001). Peraturan Pemerintah RI Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta.
- Yulia. (2015). *Pemberdayaan fungsi dan wewenang keujruen blang di Kecamatan Sawang, Aceh Utara*. Lhokseumawe: Universitas Malikul Saleh.



## BAB III

# Kerangka Pikir dan Landasan Konseptual Rekonstruksi Model Cowarmoka

*Dyah Marganingrum*

Tulisan ini bertujuan memberikan penjelasan kepada pembaca bagaimana kerangka pikir dan landasan konseptual rekonstruksi model dibuat. Kerangka pikir dan landasan konseptual berpijak pada kegagalan model *co-management* yang telah diuraikan pada Bab II. Penyempurnaan model *co-management* dilakukan dengan menggabungkan teori-teori dalam pengelolaan sumber daya air terpadu (IWRM) dan pengelolaan sumber daya alam berbasis komunitas (CBRM/CBNRM), yang kemudian diselaraskan dengan kondisi fisik lokasi serta aspirasi masyarakat setempat.

### A. Kerangka Berpikir Rekonstruksi Model Cowarmoka

Kerangka berpikir merupakan landasan argumentasi untuk membangun hipotesis. Landasan argumentasi dalam rekonstruksi model pengelolaan air bersih pada studi ini berangkat dari permasalahan yang ada di Desa Ligarmukti, Klapanunggal, Bogor, Jawa Barat.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Permasalahan muncul ketika potensi konflik sudah terlihat makin meningkat. Potensi konflik akan menjadi kenyataan apabila degradasi sumber daya air di Desa Ligarmukti terus berlangsung tanpa terkendali.

Pertambahan penduduk dan aktivitasnya serta desakan alih fungsi lahan menyebabkan wilayah Desa Ligarmukti terancam oleh ketersediaan sumber daya air. Desa Ligarmukti adalah wilayah desa yang terletak di atas litologi formasi Klapanunggal (berupa batu gamping) dan formasi Jatiluhur (berupa napal, sisipan lempung, dan kuarsa). Kawasan perbukitan Desa Ligarmukti merupakan kawasan gunung karang dengan litologi breksi andesit yang telah mengalami pelapukan. Batuan tersebut dapat menyimpan air lebih baik daripada batu gamping sehingga perlu dijadikan kawasan konservasi yang menjadi sumber air bagi mata-mata air yang tersebar di wilayah Desa Ligarmukti. Hingga saat ini, kawasan gunung karang tersebut tengah menjadi lokasi penambangan (batu kapur) untuk bahan baku industri semen. Apabila aktivitas penambangan berjalan secara terus-menerus tanpa kendali, mata air yang menjadi sumber air utama bagi masyarakat Desa Ligarmukti akan terancam. Kerusakan daerah resapan di wilayah karst relatif lebih sulit dan memakan waktu lama untuk proses pemulihannya.

Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa pH air di beberapa mata air yang disurvei adalah netral (berkisar 7,12–7,57). Nilai pH tersebut menunjukkan bahwa sumber air berada dekat dengan lokasi mata air atau dengan kata lain air hujan yang jatuh di wilayah Desa Ligarmukti berinteraksi cepat (sebentar) dengan batuan. Hal ini mempertegas bahwa daerah konservasi (resapan) air adalah tulang punggung dalam penyimpanan air hujan sebagai sumber air bagi masyarakat Desa Ligarmukti. Lapisan *top soil* di kawasan ini cukup tipis. Oleh karena itu, kawasan konservasi harus dijaga dengan baik agar ketika musim hujan tiba tanah tidak mudah mengalami erosi yang dalam waktu singkat (sebentar) dapat menyebabkan kawasan ini menjadi gersang.

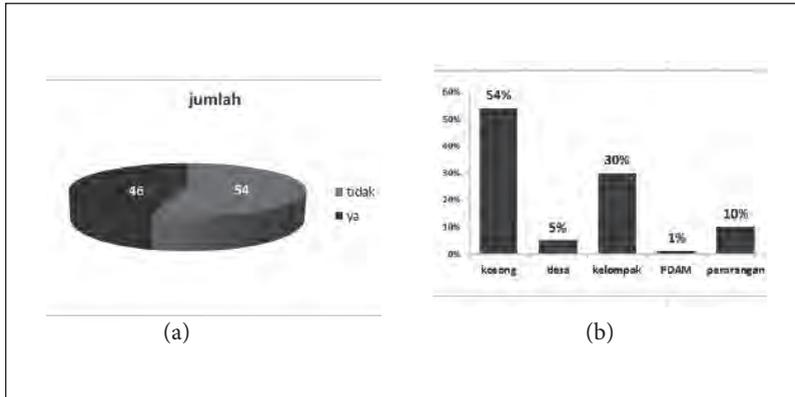
Pemahaman arti pentingnya konservasi tentu memerlukan kesadaran akan keberlanjutan sumber daya air dan kehidupan masyarakat setempat. Selanjutnya, membangun kesadaran memerlukan dukungan kapasitas dan kapabilitas sumber daya manusia (masyarakat) untuk melakukan pengelolaan sumber daya air dengan baik. Salah satu faktor yang bisa mendukungnya adalah tingkat pendidikan dan norma-norma yang dianut oleh masyarakat Desa Ligarmukti. Mengingat Desa Ligarmukti merupakan kawasan karst, bentuk pengelolaannya tentu memiliki format yang berbeda dibandingkan wilayah yang bukan kawasan karst.

Analisis data kuesioner menunjukkan bahwa 54% masyarakat Desa Ligarmukti mengatakan tidak ada pengelolaan sumber daya air. Dengan kata lain, hampir 50% masyarakat Desa Ligarmukti mengetahui bahwa sumber daya air di wilayahnya telah dikelola. Sementara itu, 30% masyarakat Desa Ligarmukti menginginkan sistem pengelolaan sumber daya air yang berbentuk kelompok. Gambar 3.1 menunjukkan salah satu informasi yang diperoleh berdasarkan hasil observasi lapangan menggunakan metode pengisian data kuesioner.

Sistem pengelolaan berbentuk kelompok atau komunitas memungkinkan masyarakat dapat berpartisipasi dengan integritas yang lebih tinggi. Untuk itu, peningkatan kapasitas dan kapabilitas mereka sangat diperlukan melalui sebuah pendidikan dan pelatihan.

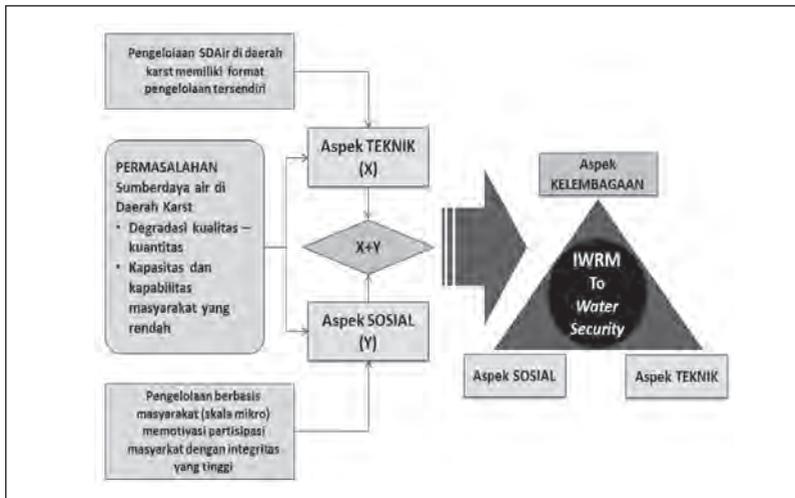
Bab ini menjelaskan bagaimana kerangka pemikiran dibangun berdasarkan teori yang ada dan disesuaikan dengan hasil observasi di lapangan. Dari analisis data survei lapangan dan teori-teori mengenai pengelolaan sumber daya air, kerangka pemikiran penelitian ini digambarkan dalam bentuk skema Gambar 3.2. Fakta di lapangan memberi isyarat bahwa terdapat aspek teknik dan aspek sosial yang perlu diintegrasikan dalam sebuah pengelolaan sumber daya air. Berdasarkan kenyataan ini, konsep pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah teori pengelolaan sumber daya air terpadu (*integrated water resources management/IWRM*). Sementara itu, berdasarkan

pada aspirasi masyarakat yang menginginkan bentuk pengelolaan berkelompok, pembentukan model pengelolaan air bersih di lokasi studi ini juga dilakukan dengan pendekatan *community-based (natural) resources management (CBRM/CBNRM)*.



Sumber: Alihar dkk. (2017)

**Gambar 3.1** (a) Pengetahuan masyarakat tentang ada-tidaknya pengelolaan sumber daya air; serta (b) Jenis pengelolaan yang diinginkan masyarakat Desa Ligarmukti.



Sumber: Alihar dkk. (2017)

**Gambar 3.2** Bagan Kerangka Berpikir

Buku ini tidak diperjualbelikan.

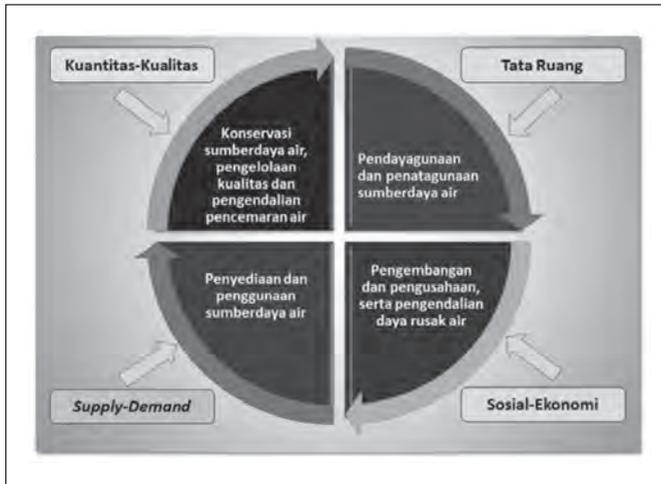
Rekonstruksi model pengelolaan tersebut diharapkan dapat mendukung program kebijakan pemerintah, di antaranya pencapaian 100% pelayanan air yang berkualitas dengan harga terjangkau pada 2019. Model pengelolaan berbasis masyarakat juga sejalan dengan Peraturan Pemerintah RI Nomor 121 Tahun 2015 tentang Pengusahaan Sumber Daya Air, yakni pemenuhan kebutuhan pokok sehari-hari bagi masyarakat merupakan prioritas utama.

## **B. Konsep IWRM**

The Global Water Partnership (GWP) 2000 dalam Marganingrum (2013) menghasilkan suatu konsensus atau kesepakatan terkait dengan pengelolaan sumber daya air terpadu (IWRM). Dalam kesepakatan tersebut, IWRM didefinisikan sebagai suatu proses pencapaian pembangunan berkelanjutan, yang secara umum adalah keseimbangan dalam pengelolaan ketersediaan dan kebutuhan air (*supply-demand*) untuk jangka panjang (Ako, Eyong, & Nkeng, 2009; GWP, 2000; Marganingrum, 2013). Konsep IWRM yang mereka rumuskan serta berbagai sumber menyebutkan bahwa unit pengelolaan sumber daya air adalah daerah aliran sungai (DAS), dengan ruang lingkup yang sangat luas, mencakup beberapa hal seperti yang terlihat pada Gambar 3.3.

Berdasarkan Gambar 3.3, pencapaian IWRM memerlukan koordinasi sektoral dan lintas pemerintahan untuk mencapai keseimbangan antarsektor pengguna serta menjamin kontinuitas sumber daya air, lahan, dan sumber daya lain yang terkait. Oleh karena itu, peruntukan air dan keputusan pengelolaan sumber daya air perlu mempertimbangkan dampaknya bagi dan dari setiap penggunaan lainnya (Marganingrum, 2013; Suryatmojo, 2008; TKPSDA, 2003).

Menurut Schenk (2009), meskipun konsep IWRM telah didefinisikan dengan cukup jelas, untuk mewujudkannya tidaklah mudah. Selain karena komponen yang terlibat sangat kompleks dan dinamis, konsep IWRM tidak memberikan definisi yang jelas tentang apa



Sumber: Marganingrum (2013), dari berbagai sumber.

**Gambar 3.3** Ruang Lingkup Pengelolaan Sumber Daya Air

sebenarnya yang harus dipadukan atau diintegrasikan. Hal ini telah menyebabkan banyak peneliti memandang IWRM dalam perspektif yang berbeda, terutama dalam mendefinisikan makna “terpadu” (Schenk, 2009).

Terpadu didefinisikan sebagai kesesuaian antara lahan dan air atau antara ketersediaan dan kebutuhan (Pribadi dan Oktavia, 2007; Rahm, Swatuk, & Matheny, 2006); antara kualitas dan kuantitas (Zhang dkk., 2009); antara lokal, provinsi, dan nasional; serta antara fisik, sosial, ekonomi, kelembagaan, dan lingkungan (Hidalgo, Dominiqnez, Herrera, & Olivas, 2009; Kodoatie, Suharyanto, Sangkawati, & Edhisono, 2002). Sementara itu, penelitian Ekasingh dan Letcher (2008) telah menunjukkan bahwa keberhasilan IWRM merupakan perpaduan antara *hard system* dan *soft system*. *Hard system* berkaitan dengan *natural science* yang bersifat kuantitatif dan telah terdefinisi dengan jelas. Sementara itu, *soft system* ialah persoalan yang terkait dengan *social science* dan bersifat interpretatif-kualitatif, yang belum terdefinisi dengan jelas (Ekasingh & Letcher, 2008). Definisi yang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

diberikan oleh Ekasingh dan Letcher (2008) dalam konsep IWRM inilah yang menjadi salah satu landasan konseptual (dasar) dalam pembentukan model kelembagaan pengelolaan sumber daya air di Desa Ligarmukti, yang merupakan daerah karst. Daerah karst memiliki tantangan tersendiri sehingga dipilih karena dari perspektif teknik (*natural science*) memiliki karakteristik geologi yang unik dalam hal ketersediaan air. Debit air di daerah ini umumnya berubah-ubah sesuai dengan musim. Sementara itu, kualitas airnya bercirikan daerah karst sehingga sering kali kurang sesuai dengan kriteria air baku air minum.

Selain dari perspektif teknik sebagai objek, tentu aspek sosial ekonomi (*soft system*) juga memengaruhi keberhasilan dalam sebuah pengelolaan sumber daya air. Oleh karena itu, guna mencapai keberhasilan dalam pengelolaan sumber daya air, diperlukan langkah atau tahapan dan strategi yang sesuai, baik dengan kondisi objek maupun subjek pengelolaan yang ditangani. Menurut Carrera (2008) dalam Marganingrum (2013), pelaksanaan IWRM dapat dimulai dengan tahapan berikut ini:

1. Penelusuran data-data DAS secara komprehensif (fisik dan sosial ekonomi);
2. Membangun model sistem fisiknya (hidrologi, hidrogeologi, dan hidraulika);
3. Melakukan analisis terhadap kelembagaan dan pengelolaan yang ada agar dapat memberikan dasar-dasar pertimbangan perbaikan pembangunan pengelolaan sumber daya air dalam kerangka sosial ekonomi yang harus dijalankan oleh pemerintah dan institusi legal lainnya, termasuk organisasi yang dibentuk di dalam sekelompok masyarakat (komunitas).

Dengan demikian, terlihat bahwa IWRM masih didominasi oleh perspektif teknis (*hard system*) daripada perspektif sosial (*soft system*). Hal ini bisa dimengerti karena sumber daya air sebagai objek pengelolaan sangatlah luas dan kompleks. Namun, perspektif

dari *soft system* juga tidak kalah penting dalam menentukan tingkat keberhasilan sebuah pengelolaan sumber daya air. Salah satu unsur penting dalam sistem pengelolaan adalah aspek kelembagaan. Kelembagaan pengelola sumber daya air di Desa Ligarmukti sudah saatnya dibentuk. Hasil observasi lapangan menunjukkan, untuk saat ini, ketersediaan air di Desa Ligarmukti masih mencukupi sehingga dapat dikatakan bahwa risiko kekurangan air di daerah ini tidak ada atau sangat kecil. Namun, seiring dengan pertumbuhan dan perkembangan sosial ekonomi masyarakat di Desa Ligarmukti, risiko tersebut makin meningkatkan kerentanan sumber daya air (*vulnerabilities*). Konflik kepentingan sudah terlihat dengan makin banyaknya pipa pengambilan (*intake*). Salah satunya yang terjadi di mata air Cinyukcruk (Gambar 3.4). Perbedaan ukuran diameter pipa merepresentasikan kekuatan pemilik atau pengambil air (*owner*), baik secara berkelompok maupun individu. Sementara itu, kuantitas atau jumlah air makin berkurang (Gambar 3.5).



Sumber: Fadjri dkk. (2017)

**Gambar 3.4** Beberapa Pipa Sambungan untuk Menyadap Air (*intake*) dari Mata Air Cinyukcruk



(Debit air Cinyucruk pada  
25 Juli 2016 = 11,4 l/dt)



(Debit air Cinyucruk pada  
3 Agustus 2017 = 9,7 l/dt)

Sumber: Fadri dkk. (2017)

**Gambar 3.5** Kondisi Kolam di Sekitar Mata Air Cinyucruk pada Dua Waktu yang Berbeda di Musim yang Sama (kemarau)

Tingkat kerentanan sumber daya air di Desa Ligarmukti juga tampak dengan adanya alih fungsi lahan, khususnya pembukaan lahan untuk penambangan batu kapur. Mengingat daerah karst memiliki *top soil* yang tipis, tentu pemulihan daerah resapan di kawasan ini memerlukan waktu yang sangat lama. Oleh karena itu, daerah ini perlu segera dikonservasi. Masyarakat lokal perlu dilibatkan dalam konservasi berkelanjutan yang akan dilakukan. Keterlibatan masyarakat lokal tersebut perlu dikelola dan diarahkan secara benar dan tepat sehingga dapat menjadi agen perubahan lokal (*local agent of change*) dalam pengendalian kerusakan lingkungan di Desa Ligarmukti. Oleh karena itu, bentuk atau model kelembagaan yang tepat untuk diterapkan di Desa Ligarmukti perlu segera direalisasikan. Yang dimaksud dengan terminologi “tepat” di sini adalah sesuai dengan kondisi fisik hidrologi dan hidrogeologi daerah karst serta sesuai dengan kebutuhan dan aspirasi masyarakat lokal Desa Ligarmukti.

Berdasarkan pada pertimbangan tersebut, konsep IWRM yang akan diterapkan di Desa Ligarmukti tidak berhenti pada tataran konsep akademis ataupun program/proyek, tetapi memerlukan bentuk implementasi yang nyata sehingga suatu bentuk model perlu diuji coba terlebih dahulu sebelum dapat diimplementasikan (McDonnell, 2008).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Sebagaimana konsep IWRM menurut Ekasingh dan Letcher (2008), penelitian ini mengintegrasikan IWRM dengan pengelolaan sumber daya berbasis masyarakat lokal. Kajian ini memiliki tujuan, yaitu “menguji model pengelolaan”, identifikasi permasalahan serta solusi yang diberikan dilakukan pada tataran pengelolaan sumber daya air. Air sebagai sumber daya memiliki daya guna dan daya rusak. Tujuan pengelolaannya diarahkan untuk mengoptimalkan daya guna dan meminimalkan daya rusak sehingga tercapai tingkat keamanan air yang prima (*water security*).

Daya guna air cenderung menurun seiring dengan peningkatan degradasi terhadap sumber daya air. Degradasi dapat menimbulkan perubahan, baik dari aspek kuantitas (jumlah) maupun kualitasnya. Dampak degradasi akan makin terasa untuk daerah karst dengan debit yang berubah sesuai dengan musim. Dengan jumlah penduduk yang terus bertambah beserta berbagai aktivitasnya, degradasi yang terjadi dalam jangka panjang akan menyebabkan ketidakseimbangan antara kebutuhan dan ketersediaan air. Hal ini dapat memicu konflik kepentingan terhadap pemanfaatan sumber daya air, baik untuk kepentingan sektor rumah tangga, pertanian, perikanan, dan pariwisata maupun antarkonsumen pada sektor yang sama. Oleh karena itu, tujuan pengelolaan adalah menjaga keseimbangan tersebut dengan perhitungan yang akurat serta distribusi yang adil. Komponen-komponen ini merupakan aspek-aspek teknik dalam pengelolaan. Sebuah kelembagaan sumber daya air dapat berkelanjutan antara lain dengan memadukan komponen-komponen teknik tersebut secara seimbang dalam sebuah sistem pengelolaan yang adil dan transparan.

Sementara itu, penanggulangan dan pencegahan degradasi tentu tidak terlepas dari partisipasi aktif masyarakat lokal. Partisipasi aktif masyarakat sangat ditentukan dari kapasitas dan kapabilitasnya serta kultur atau norma-norma yang mereka anut. Aspek sosial, seperti pendidikan, pekerjaan, kesehatan, dan ekonomi, sangat memengaruhi kapasitas dan kapabilitas tersebut. Bagaimana memanfaatkan kapasitas,

kapabilitas serta norma-norma yang ada di dalam masyarakat merupakan aspek-aspek sosial yang mendukung dalam pengelolaan sumber daya air (Ekasingh & Letcher, 2008).

Bentuk pengelolaan dan lembaga pengelolaan seperti apa yang dapat memadukan aspek teknik dan aspek sosial? Landasan konseptual dari pertanyaan ini dilakukan dengan pendekatan *community-based (natural) resources management* (CBRM/CBNRM) yang disesuaikan dengan kondisi natural wilayah dan aspirasi masyarakat Desa Ligarmukti.

### C. Konsep CBRM/CBNRM

Telah dijabarkan pada bab sebelumnya bahwa keberhasilan pengelolaan air bersih di Desa Ligarmukti tidak terlepas dari peran masyarakat lokal. Setiap komunitas (masyarakat) memiliki adat istiadat, norma, dan kebiasaan yang berbeda antara satu daerah dan daerah lain. Perbedaan tersebut berimplikasi pada perbedaan dalam praktik-praktik pemanfaatan sumber daya yang ada. Oleh karena itu, kapasitas dan kapabilitas masyarakat lokal, termasuk pengetahuan teknis dan sosial ekonominya, akan mewarnai bentuk pemanfaatan sumber daya tersebut. Hal ini yang pada akhirnya akan menentukan tercapainya tujuan dari sebuah model pengelolaan sumber daya di suatu daerah atau wilayah.

Carter (1996) dalam Wahyudin (2004) menyatakan bahwa *community-based resource management* (CBRM) dianggap sebagai salah satu strategi dalam mendukung upaya pembangunan berkelanjutan. CBRM didefinisikan sebagai suatu strategi untuk mencapai pembangunan yang berpusat pada manusia, dengan pusat pengambilan keputusan mengenai pemanfaatan sumber daya secara berkelanjutan di suatu daerah atau wilayah berada di tangan organisasi-organisasi yang ada dalam masyarakat di daerah tersebut.

CBRM juga memadukan antara *natural* dan *social science*. *Natural science* terkait dengan aspek-aspek fisik (teknik) dalam pengelolaan

sumber daya air (domain teknis), seperti potensi ketersediaan air (kuantitas, kualitas, dan kontinuitas), teknologi pengolahan dan distribusi air serta biaya konstruksi, pengoperasian, dan pemeliharaan. Sementara itu, *social science* terkait dengan aspek-aspek sosial ekonomi yang ada dalam masyarakat (domain sosial), seperti kesadaran dan kepedulian masyarakat terhadap pentingnya pengelolaan air dan konservasi sumber daya air (dapat dilihat dari *willingness to pay*); kesadaran akan bahaya atau ancaman kerusakan sumber daya air; kemampuan masyarakat untuk melakukan perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi dalam pengelolaan air (terkait dengan pendidikan/ pengetahuan dan pengalaman); serta norma-norma yang berlaku di masyarakat dalam hal pemanfaatan air (Alihar dkk., 2017; Emilia, 2013; Wahyudin, 2004).

Beberapa aspek positif CBRM yang dapat diidentifikasi oleh Carter (1996) dalam Wahyudin (2004) antara lain

1. Mampu mendorong timbulnya pemerataan dalam pengelolaan sumber daya alam.
2. Mampu merefleksikan kebutuhan-kebutuhan masyarakat lokal.
3. Mampu meningkatkan manfaat lokal bagi seluruh masyarakat.
4. Mampu meningkatkan efisiensi, baik secara ekonomis maupun teknis.
5. Responsif dan adaptif terhadap variasi kondisi sosial dan lingkungan lokal.
6. Mampu menumbuhkan stabilitas dan kemitraan.
7. Mampu menumbuhkan motivasi bagi masyarakat lokal untuk mengelola secara berkelanjutan.

Penelitian ini mencoba menggali aspek-aspek tersebut agar dapat diterapkan di Desa Ligarmukti. Hasil survei menunjukkan bahwa 81% masyarakat Desa Ligarmukti menyatakan perlunya dibentuk lembaga pengelola sumber daya air di desa ini. Oleh karena itu, realisasi pembentukan lembaga pengelolaan sumber daya air di Desa

Ligarmukti sudah sesuai dengan kebutuhan masyarakat lokal. Karena dibutuhkan oleh masyarakat Desa Ligarmukti sendiri, keberadaan kelembagaan pengelola sumber daya air di Desa Ligarmukti tentu diharapkan dapat memberi manfaat yang sebesar-besarnya bagi kepentingan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat lokal. Model kelembagaan yang dibentuk adalah model yang melibatkan masyarakat lokal secara langsung berdasarkan kerja sama dan gotong royong untuk menjamin efisiensi kelembagaan, adaptif terhadap perubahan lokal serta berkelanjutan karena masyarakat merasa memilikinya.

Menurut Emilia (2013), praktik pendekatan CBRM mulai berkembang pada akhir 1990-an seiring dengan bergulirnya era desentralisasi dan demokrasi. CBRM sudah dilakukan di beberapa daerah di Indonesia dan terbukti mampu meningkatkan perekonomian masyarakat dengan tetap menjaga kelestarian lingkungan dan sumber daya alam. Dalam konteks sumber daya air, CBRM kemudian berkembang menjadi *community-based natural resources management* (CBNRM), keberlanjutan sumber daya alam sangat bergantung pada upaya pemanfaatan dan pengelolaan oleh masyarakat yang ada di sekitarnya.

Menurut hasil penelitian Emilia (2013), bentuk pengelolaan dalam skala kecil (seperti desa) dengan keanggotaan yang jelas tidak hanya dapat meningkatkan perekonomian, tetapi juga mampu memberikan kontribusi yang positif, baik pada aspek sosial maupun lingkungan. Selain itu, juga mampu menjadi penghubung ke pengelolaan pada skala yang lebih besar (seperti DAS, bahkan sampai ke tingkat nasional) dengan dukungan hal-hal sebagai berikut:

1. pendanaan yang mendukung infrastruktur;
2. fokus terhadap tujuan dan sasaran CBNRM;
3. kompetensi, keahlian, dan kapasitas teknis lain, baik pelaksana inti maupun partisipan CBNRM (khususnya organisasi pelaksanaannya);
4. legalitas pendirian; serta

5. komitmen yang sungguh-sungguh (integritas tinggi) terhadap CBNRM dari semua anggota.

Meskipun konsep CBRM/CBNRM telah dikenal saat ini sebagai alat dalam pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan, dalam pelaksanaannya, ini sangat dipengaruhi oleh beberapa hal yang bergantung pada aspirasi serta budaya lokal setempat. Dalam pembentukan model CBRM/CBNRM, diperlukan pemahaman mengenai beberapa komponen yang terlibat dan perlu dipertimbangkan. Beberapa konsep CBRM/CBNRM dari sejumlah ahli sebelumnya dijelaskan pada subbab berikutnya.

### **1. Faktor-faktor dalam Perspektif Level CBRM**

Menurut Pomeroy, Katon, dan Harkes (2001), CBNRM dibangun oleh tiga level (Gambar 3.6). Di tiap level tersebut, terdapat beberapa faktor yang dapat memengaruhi tingkat keberhasilan CBNRM. Level pertama disebut sebagai level individu atau rumah tangga, level kedua adalah komunitas, dan level ketiga adalah supra-komunitas (di luar komunitas).

Pada level individu atau rumah tangga, faktor-faktor yang memengaruhi adalah partisipasi mereka secara aktif yang sangat menentukan keberhasilan dari proses-proses CBNRM. Semua individu atau rumah tangga yang menjadi anggota CBNRM selanjutnya akan membentuk sebuah komunitas dengan batas-batas dan norma-norma yang ada. Oleh karena itu, level individu akan berkembang ke tingkat level komunitas sesuai dengan batasan dan norma-norma yang berlaku di lingkungan individu atau rumah tangga tersebut.



Sumber: Pomeroy dkk. (2001)

**Gambar 3.6** Level yang Membangun Proses CBNRM

Pada level komunitas, interaksi dan berbagai batasan (*constraints*) interaksi tersebut akan memengaruhi keberhasilan proses CBNRM, antara lain kesesuaian skala dan batas-batas pengelolaan, keanggotaan yang jelas, kelompok yang homogen, partisipasi semua anggota, kepemimpinan, pemberdayaan, *capacity building*, penyiapan kondisi sosial, organisasi masyarakat, dukungan jangka panjang pemerintah daerah, hak milik atas sumber daya alam, akuntabilitas anggaran yang memadai, mekanisme manajemen konflik serta penegakan aturan pengelolaan. Namun, kedua level sebelumnya yang sudah dijelaskan bukan berarti tanpa hambatan dan rintangan. Ada level supra-komunitas yang dapat menghambat atau sebaliknya mendukung keberhasilan proses-proses CBNRM. Faktor-faktor dalam level supra-komunitas antara lain perundang-undangan, kebijakan, dan dukungan pemerintah pusat serta peran pihak luar sebagai agen perubahan.

## 2. Komponen-Komponen Pembangun CBNRM

Hakikat pembentukan CBNRM adalah meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam pengelolaan sumber daya alam secara berkelanjutan. Namun, dalam beberapa hal, CBNRM juga memiliki kelemahan,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

antara lain keterbatasan informasi dan teknologi, kurangnya informasi pasar, terbatasnya kapasitas dan keahlian secara teknis serta lemahnya institusi lokal, terutama dalam mekanisme resolusi konflik. Adanya isu ini mendorong tim Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) untuk berusaha memosisikan diri sebagai pendukung dari luar untuk memfasilitasi masyarakat Desa Ligarmukti guna membentuk kelembagaan pengelolaan sarana air bersih yang sesuai dengan kondisi alam dan aspirasi masyarakat Desa Ligarmukti. Dalam hal ini, tentu diperlukan identifikasi terhadap beberapa komponen yang perlu dipertimbangkan dalam pembentukan kelembagaan tersebut berbasis masyarakat.

Menurut Nhantumbo, Simon, dan Pereira (2003), komponen pembentuk CBNRM terdiri atas wewenang untuk mengambil keputusan dari lembaga tersebut, akses terhadap teknologi dan dana serta akses dan pengendalian (kontrol) terhadap sumber daya alam yang akan dikelola (Gambar 3.7). Sementara itu, menurut Isyaku, Chindo, dan Ibrahim (2011), pelaksanaan CBNRM sering kali gagal mencapai sasaran karena mengabaikan beberapa hal, antara lain kekurangan modal sosial, manusia, fisik, dan finansial yang diperlukan untuk keberhasilan penerapannya, pemantauan dan evaluasi yang tidak menyeluruh, peran pemerintah daerah dan elite lokal yang kurang mendukung, mengabaikan peran gender serta tidak menyertakan peran serta masyarakat lokal dalam konservasi. Berdasarkan hasil penelitian Isyaku dkk. (2011) terkait pengelolaan sumber air Danau Naivasha (Kenya), mereka menyimpulkan bahwa ada beberapa komponen yang perlu diperhatikan untuk meraih keberhasilan sebuah penerapan CBNRM, yaitu kolaborasi dengan semua *stakeholder* terkait dalam pengelolaan, sistem kepemilikan sumber daya alam yang jelas, dana dan sumber dana yang memadai, pelibatan gender dalam pengelolaan ataupun pengambilan keputusan, penguatan kapasitas serta informasi dan diseminasi (Gambar 3.8).



Sumber: Nhantumbo dkk. (2003)

**Gambar 3.7** Komponen-Komponen dalam CBNRM



Sumber: Isyak dkk. (2011)

**Gambar 3.8** Komponen-Komponen dalam CBNRM

#### D. Faktor Penting dalam Model Cowarmoka

*Review* terhadap konsep IWRM dan CBRM/CBNRM sebagaimana diuraikan sebelumnya menunjukkan bahwa pada prinsipnya, sebuah pengelolaan sumber daya air berbasis komunitas akan berhasil apabila

Buku ini tidak diperjualbelikan.

ada interaksi yang efektif dan efisien dari setiap komponen pada tataran konsep atau teori IWRM dan CBRM/CBNRM. Selanjutnya, efektivitas dan efisiensi interaksi tersebut terletak pada keunggulan lembaga pengelolanya. Sebuah lembaga pengelola dalam konteks model Cowarmoka ini memiliki tanggung jawab untuk menyelaraskan status ketersediaan sumber daya air sebagai objek dan pengguna, yaitu masyarakat Desa Ligarmukti sebagai objek sekaligus subjeknya.

Selain itu, pihak pengelola bertanggung jawab atas kelangsungan proses pengelolaan dengan melibatkan beberapa komponen, seperti beberapa akses yang mendukung sistem pengelolaan (informasi, sumber daya, pendanaan untuk operasional, dan sebagainya), hubungan dengan *stakeholder*, melibatkan aspirasi kesetaraan gender, serta pengambilan keputusan yang bijaksana dan berpihak kepada masyarakat.

## Daftar Pustaka

- Ako, A. A., Eyong, G. E., & Nkeng, G. (2009). Water Resources Management and Integrated Water Resources Management (IWRM) in Cameroon. *Water Resour. Manage.* <https://doi.org/10.1007/s11269-009-9476-4>.
- Alihar, F., Marganingrum, D., Lubis, R. F., Maria, R., Purwoarminta, A., Soetopo, T., ... Pradipta, L. (2017). *Pengujian model kelembagaan sosial pengelolaan air bersih berbasis masyarakat di daerah karst*. Laporan Akhir Kegiatan Penelitian Labsos Kedepuitan IPSK LIPI. Jakarta: Kedepuitan IPSK LIPI.
- Ekasingh, B., & Letcher, R. (2008). Successes and failures to embed socio-economic in integrated natural resources management modelling: Lessons from Thailand. *Mathematics and Computer in Simulation*, 78, 137–145.
- Emilia, F. (2013). *Pengelolaan sumber daya alam berbasis masyarakat dalam upaya konservasi daerah aliran sungai (Studi kasus Desa Keseneng, Kecamatan Sumowono, Kabupaten Semarang)*. (Tesis) Program Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana. Universitas Diponegoro, Semarang.

- Global Water Partnership . (2000). TAC Background Papers No. 4: *Integrated water resources management*. Stockholm, Sweden: Global Water Partnership.
- Hidalgo, H. S., Dominiquez, I. R. M., Herrera, M. T. A., & Olivas, A. G. (2009). Mathematical modelling for the integrated management of water resources in hydrological basins. *Water Resour. Manage.*, 23, 721–730. <https://doi.org/10.1007/s11269-008-9296-y>.
- Isyaku, U., Chindo, M., & Ibrahim, M. (2011). Assessing community-based natural resources management at Lake Naivasha, Kenya. *Environment and Natural Resources Research*, 1(1), 106–116. <https://doi.org/10.5539/enrr.v1n1p106>.
- Kodoatie, R. J., Suharyanto, Sangkawati, S., & Edhisono. (2002). *Pengelolaan sumber daya air dalam otonomi daerah*. Yogyakarta: ANDI.
- Marganingrum, D. (2013). *Manajemen sumber daya air terpadu “Waduk Saguling” dalam Rangka Pengembangan SPAM Regional KSN Cekungan Bandung*. Disertasi Program Studi Teknik Lingkungan, ITB.
- McDonnell, R.A. (2008). Challenges for integrated water resources management: How do we provide the knowledge to support truly integrated thinking? *Water Resources Development*, 24(1), 131–143.
- Nhantumbo, I., Simon, N., & Pereira, J. (2003). *Community-based natural resource management in Mozambique: A theoretical or practical strategy for local sustainable development? The case study of Derre Forest Reserve* (Sustainable livelihoods in Southern Africa Research paper 10). Brighton.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2015). Peraturan Pemerintah RI Nomor 121 Tahun 2015 tentang Pengusahaan Sumber Daya Air. Jakarta.
- Pomeroy, R. S., Katon, B. M., & Harkes, I. (2001). Conditions Affecting the success of fisheries co-management: Lessons from Asia. *Marine Policy*, 25, 197–208.
- Pribadi, K. N., & Oktavia, P. (2007). Pengelolaan sumber daya air terpadu melalui pengembangan kebijakan pembangunan berkelanjutan di Cekungan Bandung. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 18(2), 1–32.
- Rahm, D., Swatuk, L., & Matheny, E. (2006). Water resource management in Botswana: Balancing sustainability and economic development. *Environment, Development, and Sustainability*, 8, 157–183. <https://doi.org/10.1007/s10668-005-2491-6>.

- Schenk, C. (2009). A system model for water management. *Environmental Management*, 43, 458–469.
- Suryatmojo, H. (2008). *Pengelolaan sumber daya air secara lestari untuk menjamin kehidupan di masa depan*. Materi Course on Economic and Financial Instruments for IWRM Yogyakarta, 14–18 Juli 2018, Collaborative Knowledge Network Indonesia.
- TKPSDA. (2003). *Pedoman teknis pengelolaan daerah aliran sungai terpadu. Draft Final Report*. Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Citarum.
- Wahyudin, Y. (2004). *Pengelolaan berbasis masyarakat-community-based management (CBM)*. Bogor, Indonesia. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2850.3766>.
- Zhang, W., Wang, Y., Peng, H., Li, Y., Tang, J., & Wu, K. B. (2009). A coupled water quantity-quality model for water allocation analysis. *Water Resour. Manage*, 24(23), 485–511. <https://doi.org/10.1007/s11269-009-9456-8>.



## BAB IV

# Jasa Ekosistem Karst sebagai Pendukung Konservasi Sumber Daya Air

*Rachmat Fajar Lubis, Rizka Maria, Tukirin, dan Ananta P.*

Lembaga pengelola air di wilayah karst memerlukan pemahaman yang baik mengenai bagaimana jasa ekosistem. Pendekatan jasa ekosistem di setiap wilayah dilakukan secara unik dan berbeda. Pendekatan ini haruslah berlandaskan pemahaman kondisi bentang alam, ekonomi, sosial, dan budaya masyarakat di wilayah tersebut. Kerangka pikir dan kapasitas akan menjadi acuan bagaimana jasa ekosistem ini dipahami dan diuraikan untuk mendukung model kelembagaan pengelolaan air yang akan dibangun. Wilayah karst yang memiliki ciri khas tersendiri memerlukan pemahaman jasa ekosistem yang spesifik dan rinci.

Karst adalah suatu kawasan yang memiliki karakteristik relief dan pola pengaliran khas yang disebabkan oleh pelarutan batuan secara intensif (Ford & Williams, 2007). Fenomena bentang alam karst tecermin melalui banyaknya bukit-bukit kapur kerucut serta munculnya mata-mata air pada rekahan batuan. Karst memiliki fungsi strategis sebagai cadangan air bawah permukaan bagi wilayah di

Buku ini tidak diperjualbelikan.

sekitar kawasan karst. Sumber daya air di Desa Ligarmukti merupakan sumber air dari kawasan perbukitan karst (batu kapur). Kawasan karst memiliki fungsi ekosistem yang serupa dengan hutan rimba, yaitu sebagai pengatur tata air, khususnya air bawah tanah, dan menyimpan potensi karbon (Sigit & Priyono, 2015). Aliran air yang tersimpan di bukit karst dikeluarkan perlahan-lahan, baik sebagai mata air maupun sungai bawah tanah. Air yang berada di permukaan karst meresap masuk ke kawasan karst dan kemudian tertampung, lalu mengalir dan membentuk sebuah aliran sungai dan keluar dalam bentuk mata air dari rekahan batu gamping. Bentang alam karst memiliki peran yang sangat penting bagi lingkungan, yakni lahan karst menyediakan jasa ekosistem, seperti sumber air bersih, sumber daya alam, dan bahan galian serta menjadi agen pengendali perubahan iklim (Brinkmann & Parise, 2012). Bentang lahan karst tidak hanya menyediakan bahan-bahan material ataupun keanekaragaman hayati, tetapi juga jasa ekosistem, seperti air bersih, pengatur tata air serta potensi atas dan bawah permukaan seperti gua-gua. Terganggunya ekosistem karst dapat memengaruhi kualitas air dari sumber mata air yang dihasilkan (Sulistiyorini & Edwin, 2016).

Perlindungan terhadap kawasan karst harus menjadi perhatian utama dalam menentukan keberlanjutan ekologi di dalamnya. Pengelolaan kawasan karst yang tidak berorientasi pada konservasi lingkungan akan memunculkan risiko kerentanan sumber daya air. Berkenaan dengan hal tersebut, informasi tentang jasa ekosistem kawasan karst perlu disebarluaskan sehingga dapat dibuat kebijakan pembangunan kelembagaan pengelolaan air yang berorientasi pada perlindungan kawasan sebagai fungsi ekologis.

Pendekatan jasa ekosistem merupakan konsep perencanaan, pengambilan keputusan, dan pengelolaan yang komprehensif, yang menguraikan “strategi pengelolaan terpadu tanah, air, dan sumber daya kehidupan yang meningkatkan konservasi dan pemakaian secara berkelanjutan dan berkeadilan”. Pendekatan ekosistem dibangun di atas pemikiran bahwa semua ekosistem di dunia adalah saling

berkaitan dan tidak satu ekosistem pun dapat berfungsi sebagai satu sistem yang seluruhnya tertutup. Untuk penilaian jasa ekosistem, telah didefinisikan empat kategori dasar jasa ekosistem (Reid dkk., 2005), sebagai berikut.

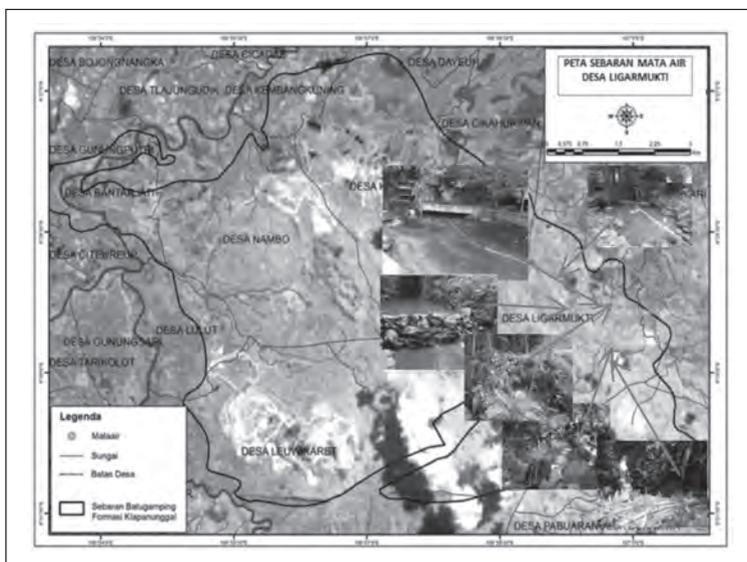
- a) **Jasa penyediaan (*provisioning*)**: menyediakan pangan, air bersih, serat kayu serta bahan bakar (*fuel*) dan sumber daya genetik.
- b) **Jasa pengaturan (*regulating*)**: mengatur tingkat iklim, tata aliran air dan banjir, pencegahan dan perlindungan dari bencana alam, pemurnian air dan alam (seperti pengolahan dan penguraian limbah), pemeliharaan kualitas udara, pengaturan penyerbukan alami (*pollination*) serta pengendalian hama dan penyakit.
- c) **Jasa budaya (*cultural*)**: menyediakan potensi estetika alam, rekreasi dan ekoturisme serta tempat tinggal dan ruang hidup (*sense of place*).
- d) **Jasa pendukung (*supporting*)**: mendukung siklus unsur hara (*nutrient cycle*), pembentukan lapisan tanah dan kesuburan serta produksi primer dan biodiversitas (perlindungan plasma nuftah).

Setiap kelompok jasa ekosistem memberikan kontribusi satu sama lain serta menopang berbagai unsur kesejahteraan manusia dan ekonomi. Setiap kelompok jasa penyediaan, jasa pengaturan, dan jasa budaya dipercaya memberikan efek langsung (*direct effects*) kepada tingkat kesejahteraan manusia. Sebaliknya, kelompok jasa pendukung memberikan dampak tidak langsung (*indirect effects*) terhadap kesejahteraan manusia. Peran mata air daerah karst memberikan jasa langsung ke semua aspek ini sehingga upaya pengelolannya merupakan hal yang mutlak harus dilakukan.

## A. Jasa Penyediaan

Sumber daya air di wilayah karst didukung oleh keberadaan mata air. Potensi mata air di Desa Ligarmukti dimanfaatkan sebagai sumber air baku masyarakat, terutama untuk penyediaan air bersih bagi manusia, hewan, dan tumbuhan di sekitarnya. Keberlangsungan kehidupan

hewan dan tumbuhan di lingkungan ini pada akhirnya menjadikannya sebagai sumber utama ketersediaan pangan, bahan bakar nonfossil, dan serat kayu serta kelangsungan sumber daya genetik khas daerah karst. Terdapat enam mata air yang mengalir sepanjang tahun (*perennial*), baik di musim kemarau maupun musim hujan. Keberlangsungan sumber mata air terlihat dari hasil pengukuran debit yang beragam dan mengalami fluktuasi pada musim hujan dan kemarau. Mata air yang potensial tersebut adalah mata air Cinyukcruk, Cipancur, Cigadog, Bulan-bulan, Sodong, dan Cibulakan. Mata air terbesar adalah mata air Sodong, yang telah menyuplai air hingga ke luar wilayah Desa Ligarmukti (Maria, Lubis, & Purwoarminta, 2015). Mata air kecil lain yang berada di perbukitan adalah mata air Cimerak yang kering saat musim kemarau. Semua mata air tersebut dimanfaatkan sebagai sumber jasa penyediaan semua aktivitas masyarakat di wilayah ini, yaitu sebagai air baku serta irigasi pertanian, perikanan, dan peternakan.



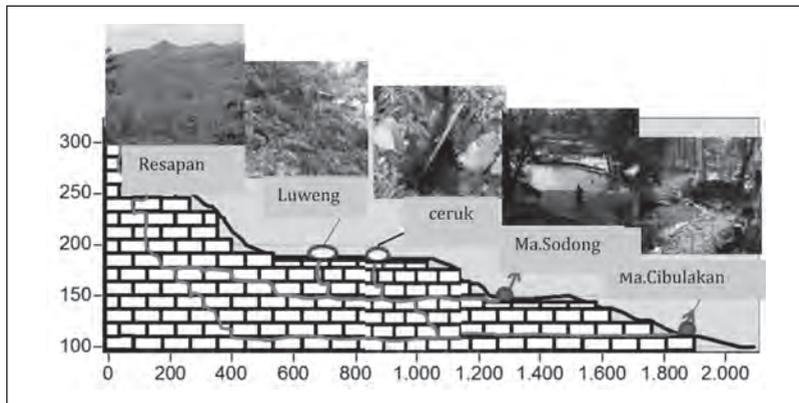
Sumber: Maria dkk. (2015)

**Gambar 4.1** Sebaran Lokasi Mata Air di Desa Ligarmukti

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Sebaran mata air berada di Desa Ligarmukti pada ketinggian 90–125 meter di atas permukaan laut (mdpl) (Gambar 4.1). Mata air yang keluar melalui zona rekahan menunjukkan bahwa perbukitan karst Ligarmukti masih mengalami proses karstifikasi, yang merupakan bagian dari kawasan karst Klapanunggal. Konfigurasi morfologi karst yang berfungsi sebagai epikarst merupakan bentuk penyimpan air sebagai penyuplai mata air. Mata air karst, sebagai *output* dari sistem hidrogeologi karst, menggambarkan sistem aliran bawah permukaan yang berkembang pada suatu daerah karst. Keberadaan mata air karst dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya topografi dan struktur geologi (Haryono, 2000). Perjalanan air hingga ke sistem sungai bawah tanah atau mata air melewati enam cara (Gunn, 1981), yaitu aliran permukaan (*through flow*), aliran dekat permukaan (*subcutaneous flow*), aliran luweng (*shaft flow*), aliran vados, dan rembesan vados (*vadose seepage*), seperti ditunjukkan pada Gambar 4.2.

Jasa penyediaan pangan menunjukkan bahwa masyarakat Desa Ligarmukti sangat bergantung pada alam. Pertanian dan perkebunan menjadi prioritas perekonomian masyarakat. Desa Ligarmukti masih memiliki hutan produksi (HPH) dan hutan non-produksi. Hutan produksi didominasi oleh famili *Dipterocarpaceae*, seperti



Sumber: Maria dkk. (2015)

**Gambar 4.2** Ilustrasi Aliran Air Tanah dari Daerah Resapan hingga Keluaran Mata Air

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Foto: Rizka Maria (2015)

**Gambar 4.3** Keanekaragaman Hayati di Wilayah Karst Desa Ligarmukti

beberapa jenis meranti (*Shorea* sp.), keruing (*Dipterocarpus* sp.), kapur (*Balanocarpus* sp.), (*Tectona grandis* Linn.), kemiri, kedawung, lerak, pala, keluwak, dan beberapa tanaman kehutanan lainnya. Dari sektor perkebunan, masyarakat Desa Ligarmukti mengembangkan beberapa jenis tanaman perkebunan, antara lain karet (*Hevea bruciliensis*), kopi (*Coffea arabica*), keluwak, rambutan, petai, dan mangga (Gambar 4.3). Adapun sektor pertanian yang dikembangkan masyarakat terdiri atas tanaman padi, jagung, umbi-umbian, kedelai, dan tanaman sayur-sayuran.

Wilayah lahan tandus yang masih terdapat endapan tanah lapukan (tanah terrarosa) bisa diolah dengan tanaman jagung, pepaya, dan ketela. Sementara itu, lokasi dengan kemiringan yang curam bisa ditanami jenis-jenis bambu yang berkualitas, seperti bambu hitam dan petung sebagai sumber serat kayu yang bisa dipanen secara berkala. Sumber daya lahan masyarakat Desa Ligarmukti masih sangat produktif dan mampu mendukung ketahanan pangan wilayah ini, bahkan mampu memasok hingga ke luar wilayah Klapanunggal.

## B. Jasa Pengaturan

Hampir seluruh tata kehidupan di wilayah ini sangat bergantung pada jasa ekosistem lingkungan karst, baik secara langsung maupun tidak

langsung. Kaitan-kaitan ini sangatlah jelas karena tata kehidupan masyarakat Ligarmukti sangatlah berbasis pada sumber daya alam yang secara langsung didasari oleh penyediaan jasa, seperti kehutanan, pertanian, dan perdagangan hasil alam. Jasa ekosistem mendukung dan melandasi keluaran sektoral dan membantu meminimalkan biaya dan pengeluaran.

Warga Ligarmukti menggantungkan mata pencaharian mereka secara langsung pada keanekaragaman hayati. Keanekaragaman hayati merupakan sumber pangan dan pendapatan pokok yang bergantung pada hutan dan produk hutan bukan kayu. Selain itu, keanekaragaman yang tersisa memberikan perlindungan pada sumber daya air, mempertahankan iklim mikro serta mengurangi risiko bencana dan erosi.

### **C. Jasa Budaya**

Kawasan karst memiliki berbagai sumber daya yang sangat potensial untuk dikembangkan, seperti sumber daya lahan, sumber daya hayati, dan potensi bentang lahan, baik permukaan maupun bawah permukaan. Potensi bentang permukaan, yang juga disebut sebagai geomorfologi daerah penelitian terbagi menjadi dua, yaitu perbukitan karst dan daerah aluvial. Fenomena kawasan karst pada suatu wilayah dapat diamati dari kondisi eksokarst dan endokarstnya. Bentuk lahan karst ini tersusun oleh batu gamping yang sifatnya larut oleh air. Sifat tersebut akan mengakibatkan terbentuknya bentang alam karst, seperti bukit karst, lembah karst, sungai bawah tanah, gua, dan mata air. Berdasarkan pengamatan di lapangan, ditemukan gua dan danau/telaga yang merupakan ciri khas dari bentuk lahan karst. Telaga merupakan danau yang terletak pada lembah karst dengan bagian bawah yang merupakan lapisan kedap air. Telaga yang ada di Desa Ligarmukti terletak di Dusun Cibunut, seperti tampak pada Gambar 4.4.



Sumber: Maria dkk. (2015)

**Gambar 4.4** Telaga yang Terdapat di perbukitan Dusun Cibunut, Desa Ligarmukti



Sumber: Maria dkk. (2015)

**Gambar 4.5** Gua Vertikal dan Ceruk yang Terdapat di Desa Ligarmukti.

Selain telaga, di wilayah ini banyak ditemukan gua, baik vertikal maupun horizontal, seperti yang tampak pada Gambar 4.5. Gua dan ceruk ini terbentuk akibat adanya aktivitas tektonik dan sifat batu gamping yang larut oleh air. Biasanya gua tersebut juga berfungsi sebagai sungai bawah tanah yang selanjutnya keluar dalam bentuk mata air.

Kekhasan bentang alam ini membuat sumber-sumber air yang ada di wilayah ini selain digunakan sebagai pemenuhan air baku, juga diandalkan sebagai ikon pariwisata yang mampu meningkatkan perekonomian masyarakat sekitar.

#### **D. Jasa Pendukung**

Keberadaan kawasan hutan di wilayah ini, baik dalam bentuk hutan produksi maupun non-produksi, memegang peranan yang sangat penting dalam kelangsungan sumber daya air dan kehidupan masyarakat itu sendiri. Kawasan hutan ini akan menjadi sumber utama dari siklus unsur hara (*nutrient cycle*), pembentukan lapisan tanah regeneratif, kesuburan, produksi primer, dan biodiversitas (perlindungan plasma nuftah) bagi seluruh wilayah karst Ligarmukti.

#### **E. Pendekatan Pengelolaan Sumber Daya Air Berdasarkan Penyusunan Jasa Lingkungan**

Pemanfaatan jasa lingkungan ekosistem karst dalam kehidupan masyarakat Desa Ligarmukti hingga saat ini terbukti mampu mendukung ketahanan air dan pangan. Namun, hal yang harus terus diupayakan adalah konservasi pada daerah resapan di perbukitan karst. Hal ini karena kawasan hutan di desa tersebut mulai dialihfungsikan (konversi) menjadi ladang, yang lambat laun akan mengancam ketahanan air dan pangan di wilayah Desa Ligarmukti. Selain itu, potensi mata air belum mendapat tata kelola yang baik. Setiap individu mempunyai pengelolaan sendiri sehingga pada musim kemarau rawan terjadi konflik sosial (Maria, Marganingrum, & Lubis, 2016). Hal ini makin diperburuk karena telah banyak kegiatan, seperti penambangan bahan galian batu gamping serta konversi hutan menjadi ladang, yang berpotensi menimbulkan dampak kerusakan lingkungan serta penurunan kuantitas dan kualitas air.

Kawasan karst sering terkesan hanya sebagai lahan gersang dan berbatu sehingga penambangan batu gamping di kawasan karst seolah-olah menjadi primadona sektor usaha tanpa menghiraukan fungsi yang lain, terutama fungsi hidrologis (Haryono, 2000). Perbukitan kapur di wilayah Ligarmukti merupakan cadangan bahan galian yang bersifat ekonomis. Di desa ini juga terdapat penambangan lokal bahan galian golongan C yang diusahakan secara konvensional oleh

masyarakat (Gambar 4.5). Penambangan yang tidak memperhatikan aspek konservasi lingkungan dikhawatirkan akan merusak wilayah resapan mata air di wilayah perbukitan karst. Salah satu hal yang paling dikhawatirkan adalah lokasi penambangan pada lokasi yang berdekatan dengan sumber air. Hal ini akan memicu pencemaran jika penambangan bukit karst memotong lorong vertikal (*vertical cavities*) sebagai penghubung zona permukaan dan sungai bawah tanah. Dengan kata lain, jika aktivitas penambangan menemukan luweng atau lorong vertikal saat menambang, tidak akan ada lagi filter atau penyaring yang dapat menahan berbagai macam polutan dari permukaan (limbah, pemupukan, dan sampah) untuk sampai ke sungai bawah tanah karena zona epikarst di atasnya sudah habis ditambang (Adji, 2006).

Diperlukan upaya pengelolaan serta tindakan konservasi air dan tanah dengan teknik vegetatif di sekitar perbukitan karst (wilayah resapan) untuk mencegah perubahan tatanan dan kualitas air. Upaya pengelolaan ini baru dapat dilaksanakan secara optimal jika dilakukan dengan dasar suatu kelembagaan pengelolaan yang terstruktur dan memiliki arah dan konsep yang jelas. Potensi keanekaragaman hayati di wilayah perbukitan karst Desa Ligarmukti masih sangat potensial untuk dikembangkan.

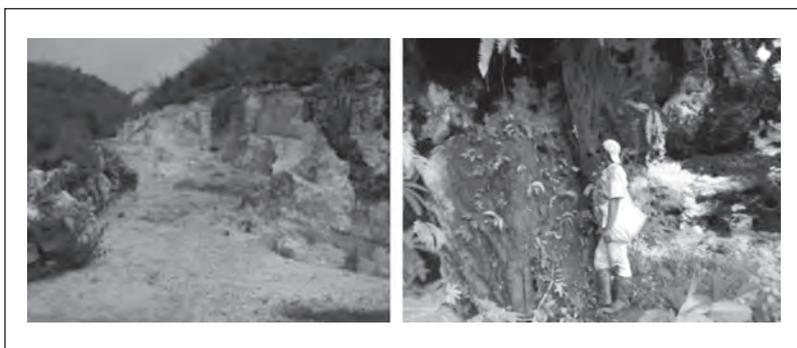


Foto: Koleksi Ananta Purwoarminta, 2015

**Gambar 4.6** Lokasi Penambangan Batu Gamping di Perbukitan Desa Ligarmukti

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## Daftar Pustaka

- Adji, T. N. (2006). Kontribusi hidrologi karst dalam pengelolaan kawasan karst. Dalam *Prosiding Seminar Biospeleologi dan Ekosistem Karst sebagai Wahana Upaya Pelestarian dan Penyelamatan Gua Indonesia Yogyakarta*, 1–13.
- Brinkmann, R., & Parise, M. (2012). Karst environments: Problems, management, human impacts, and sustainability an introduction to the special issue. *Journal of Cave and Karst Studies*, 74(2), 135–136.
- Ford, D., & Williams, P. (2007). *Karst hydrogeology and geomorphology* (rev. ed). The Atrium, Southern Gate, Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- Gunn, J. (1981). Hydrological processes in karst depressions. *Z. Geomorph. (N.F.)*, 25(3), 313–331.
- Haryono, E. (2000). Some properties of epikarst drainage system in Gunung Kidul Regency, Yogyakarta, Indonesia. *The Indonesian Journal of Geography*, 32(79), 75–86.
- Maria, R., Marganingrum, D., Lubis, R. F. (2016). *Ketersediaan sumber daya air untuk mendukung ketahanan air daerah karst Ligarmukti*. Dalam *Prosiding GEOTEK EXPO Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI*.
- Maria, R, Purwoarminta, A., Lubis, R. F. (2015). Potensi sumber daya air di laboratorium sosial LIPI Desa Ligarmukti, Kecamatan Klapanunggal, Kabupaten Bogor. Dalam *Prosiding Pemaparan Hasil Penelitian Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI Tahun 2015*, 978–979.
- Reid, W. V., Mooney, H. A., Cropper, A., Capistrano, D., Carpenter, S. R., Chopra, K., ... Dietz, T. (2005). *Ecosystems and human well-being. Millennium Ecosystem Assessment*. <https://doi.org/10.1196/annals.1439.003>.
- Sigit, A. A., & Priyono, K. D. (2015). Pemanfaatan sungai bawah tanah gua suruh untuk masyarakat Desa Pucung, Eromoko, Wonogiri. *Warta*, 18(1), 10–19.
- Sulistiyorini I. S., Edwin, M, A. S. . (2016). Analisis kualitas air pada sumber mata air di Kecamatan Karangan and Kaliorang, Kutai Timur. *Jurnal Hutan Tropis*, 4(1), 64–76.





## BAB V

# Identifikasi Kemiskinan Air di Daerah Karst Ligarmukti

*Dyah Marganingrum dan Rizka Maria*

Masalah penyediaan air bersih dengan distribusi yang adil menjadi isu yang krusial karena ketersediaan air bersih dapat memengaruhi kesejahteraan masyarakat dan merupakan salah satu indikator kemiskinan (Mujiyani, 2005). Sementara itu, fenomena kemiskinan saat ini memerlukan pendekatan yang bersifat multidimensi. Salah satu dimensi kemiskinan adalah hilangnya kesempatan dan kurangnya kapasitas masyarakat dalam mengakses kebutuhan dasar, di antaranya air bersih. Hubungan antara sumber daya air dan kesejahteraan masyarakat sedikit telah disinggung dan dijelaskan pada Bab I. Terkait dengan ketersediaan air dan akses masyarakat terhadap sumber air sebagai *public good* dan memiliki nilai vital bagi kelangsungan hidup makhluk hidup di bumi, kiranya perlu diketahui dan dipahami tentang indikator kemiskinan atau tingkat kesejahteraan masyarakat. Bab ini bertujuan menjelaskan kepada pembaca bagaimana air dapat digunakan sebagai salah satu indeks kemiskinan dan bagaimana indeks kemiskinan air ditentukan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## A. Air sebagai Salah Satu Indeks Kemiskinan

Pembangunan berkelanjutan dalam suatu wilayah sangat bergantung pada ketersediaan sumber daya air (Setiawan, 2009). Menurut United Nations Development Programme (2006), distribusi akses serta ketersediaan air yang cukup adalah cerminan sebuah kesejahteraan. Ketika sumber daya air menjadi sangat terbatas dan/atau keberadaannya memberikan dampak terhadap kelangsungan hidup manusia, air dapat digunakan sebagai salah satu indikator sebuah kemiskinan di suatu wilayah (Kemp-Benedict, Bharwani, Rosa, Cayanis, & Martin, 2009; United Nations Development Programme, 2006). Dengan demikian, muncullah istilah kemiskinan dalam konteks “air”, yang dikenal sebagai kemiskinan air. Chan (2012) mendefinisikan kemiskinan air sebagai suatu keadaan seorang individu, rumah tangga, atau masyarakat yang tidak memiliki akses air yang cukup dengan kuantitas yang dapat diterima untuk memenuhi kebutuhan dasar mereka. Sebagai sebuah indeks, telah digunakan pendekatan konsep Indeks Kemiskinan Air (*Water Poverty Index*) untuk mengkaji hubungan antara kemiskinan dan ketersediaan sumber daya air di wilayah cekungan Bandung (daerah aliran Sungai Citarum Hulu). Metode pendekatan ini dapat memberikan gambaran awal yang diperlukan bagi pemangku kebijakan dalam melakukan prioritas pengurangan kemiskinan dari perspektif sumber daya air (Chan, 2012; Marganingrum dkk., 2011). Metode ini diujicobakan di Desa Ligarmukti yang merupakan wilayah karst dan secara fisik (perspektif *hard system*), berbeda dengan DAS Citarum Hulu dalam permasalahan pengelolaan air bersih.

Kawasan karst pada umumnya memiliki potensi terhadap semua sumber daya alam, baik berupa bahan galian golongan C, sumber daya lahan, sumber daya hayati, dan sumber daya air. Karakteristik wilayah di ekosistem karst yang sangat spesifik menimbulkan berbagai permasalahan, terutama menyangkut fungsi dan daya dukung ekosistem karst, di antaranya permasalahan kekeringan, gagal panen, kekurangan air, kemiskinan, dan perubahan fungsi lahan.

Desa Ligarmukti termasuk dalam jajaran karst Klapanunggal. Pemenuhan kebutuhan air masyarakat di wilayah ini disuplai dari enam mata air dengan jenis rekahan yang mengalir sepanjang tahun. Kondisi topografi yang sebagian besar perbukitan dengan letak mata air di daerah rendah menimbulkan permasalahan distribusi air bersih (Maria, Marganingrum, & Lubis, 2016). Kondisi ini memicu terjadinya persaingan penggunaan sumber daya air yang kemudian dapat berdampak pada terjadinya kemiskinan air di Desa Ligarmukti, terutama pada musim kemarau. Untuk mengetahui tekanan pada sumber daya air, seperti kemiskinan air, diperlukan analisis multiaspek. Analisis multiaspek tersebut dapat dilakukan dengan cara melakukan eksplorasi variabel pada indeks kemiskinan air (*Water Poverty Index*) (Marganingrum dkk., 2011).

## **B. Metode Indeks Kemiskinan Air (*Water Poverty Index*)**

Metode *Water Poverty Index* (WPI) adalah salah satu metode dalam pengelolaan air yang dapat digunakan guna membantu dalam mendapatkan gambaran ketersediaan air untuk masyarakat di sebuah unit wilayah tertentu (Sullivan & Meigh, 2006). Selain itu, metode ini dapat memberikan gambaran tingkat kemampuan masyarakat dalam mendapatkan air, pola pemanfaatan air, cara atau bentuk fasilitas untuk mendapatkan air serta kondisi lingkungan di wilayah kajian. WPI merupakan suatu alat pengelolaan air secara holistik yang cukup relevan untuk diterapkan pada berbagai skala kebijakan dalam pengambilan keputusan sistem pengelolaan air dengan lebih adil dan transparan serta berkontribusi untuk mengurangi kemiskinan (Sullivan & Meigh, 2006). Sebagai indikator komposit dengan ukuran multidimensional, WPI menggabungkan aspek fisik dengan sosial ekonomi yang dijabarkan ke dalam indikator lima komponen penyusunnya. WPI dihitung berdasarkan lima komponen, yaitu *resources*, *access*, *capacity*, *use*, dan *environment*. Komponen *capacity* merupakan komponen yang menggambarkan kondisi kemiskinan

di suatu lokasi. Sementara itu, empat komponen lainnya (*resources, access, use, dan environment*) menggambarkan aspek fisik dan kebijakan dalam pengelolaan sumber daya air (Sullivan & Meigh, 2006; Sullivan, 2002)

Variabel yang dikembangkan untuk tiap komponen bergantung pada skala dan disesuaikan dengan kondisi masyarakat atau unit wilayah. Dengan demikian, WPI bersifat fleksibel, yang dapat dikembangkan sesuai dengan keperluan dan ketersediaan data. Begitu pun kebijakan yang akan diterapkan berdasarkan pada hasil analisisnya, tentunya akan berbeda untuk setiap level skala yang digunakan. Meskipun WPI dianggap cukup *robust* dalam memberikan gambaran ketersediaan air dan kemampuan masyarakat untuk mendapatkannya, faktor skala harus menjadi perhatian karena gambaran yang ditampilkan oleh WPI bergantung pada skala data dan skala analisis. Oleh karena itu, hasil WPI dalam bentuk kebijakan atau strategi pengelolaan harus diaplikasikan secara hati-hati.

Pada studi ini, eksplorasi dilakukan terhadap variabel-variabel penyusun komponen WPI dan diterapkan pada skala komunitas guna mengetahui gambaran kemiskinan air di Desa Ligarmukti. Tiap komponen penyusun WPI terdiri atas beberapa variabel berikut (Marganingrum dkk., 2011).

- Capacity* : tingkat pendapatan (C1), tingkat pendidikan (C2), sanitasi (C3), dan pekerjaan (C4).
- Resources* : debit sumber air (R1), curah hujan (R2), jumlah penduduk (R3), kualitas air minum (R4)
- Access* : sistem perpipaan (A1)
- Use* : kebutuhan air untuk domestik (U1) dan laju konsumsi (U2)
- Environmental* : indeks konservasi, baik secara alami (E1) maupun aktual (E2)

Metode perhitungan matematis WPI merupakan metode penghitungan indikator komposit (indeks) dengan struktur matematis berikut ini:

$$\mathbf{WPI} = \frac{\sum_i^N \mathbf{1w}_i \mathbf{x}_i}{\sum_i^N \mathbf{1w}_i} \dots\dots\dots (i)$$

Keterangan:

- WPI = *Water Poverty Index* (indeks kemiskinan air)
- $X_i$  = komponen pembentuk WPI sesuai dengan yang dirumuskan
- $w_i$  = bobot untuk setiap komponen  $X_i$

Hasil perhitungan nilai WPI menunjukkan bahwa makin rendah nilai WPI, makin tinggi kemiskinan air di suatu wilayah. Lalu, karena setiap komponen merupakan jumlah dari sub-komponen, persamaan (i) dapat dirumuskan juga sebagai berikut:

$$\mathbf{WPI} = \mathbf{W}_r \mathbf{R} + \mathbf{W}_a \mathbf{A} + \mathbf{W}_c \mathbf{C} + \mathbf{W}_u \mathbf{U} + \mathbf{W}_e \mathbf{E} \dots\dots\dots (ii)$$

$$w_r + w_a + w_c + w_u + w_e$$

Keterangan:

- R = komponen sumber daya (*resources*)
- A = aksesibilitas ke sumber air (*access*)
- C = kemampuan masyarakat dalam mengakses sumber air (*capacity*)
- U = penggunaan sumber air (*use*)
- E = lingkungan yang berpengaruh terhadap ketersediaan sumber air (*environment*)

Indeks WPI untuk setiap lokasi dapat dilihat juga dari setiap komponen dengan terlebih dahulu menstandarkan nilai untuk setiap komponen sehingga diperoleh urutan nilai dari yang terkecil hingga terbesar dengan rentang nilai 0–100. Nilai WPI untuk setiap komponen di lokasi ke-*i* dirumuskan sebagai berikut:

$$WPI = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \dots\dots\dots (iii)$$

Keterangan:

$X_i$  = nilai awal di lokasi i

$X_{\max}$  = nilai maksimum dari semua lokasi untuk komponen X

$X_{\min}$  = nilai minimum dari semua lokasi untuk komponen X

Nilai maksimum dan minimum digunakan untuk menjustifikasi nilai WPI untuk menghindari nilai 0 dan 100. Nilai 0 adalah terendah, sedangkan 100 tertinggi.

Dalam kasus ini, diasumsikan bahwa setiap komponen memiliki bobot yang sama. Artinya, semua komponen memberikan pengaruh yang sama besar terhadap nilai indeks kemiskinan air di Desa Ligarmukti. Tidak semua variabel penyusun komponen WPI merupakan data kuantitatif sehingga memerlukan justifikasi atau pembobotan. Pembobotan atau justifikasi umumnya dilakukan melalui *focus group discussion* (FGD) dengan narasumber yang berkualifikasi di bidangnya atau menggunakan metode *expert system*.

### C. Indeks Kemiskinan Air Desa Ligarmukti

Penelitian di Desa Ligarmukti ini mencoba mengeksplorasi lebih jauh variabel-variabel penyusun komponen WPI pada skala komunitas, yaitu Desa Ligarmukti. Komponen WPI pada Desa Ligarmukti adalah sebagai berikut.

#### 1. Komponen Sumber Daya Air (*Resources*)

Menggambarkan kondisi banyaknya air yang tersedia (kuantitas) dengan memperhitungkan reliabilitas atau variabilitas musiman dan tahunan serta kualitas air (Sullivan & Meigh, 2006). Kuantitas air adalah ketersediaan fisik sumber daya air di suatu lokasi (Manandhar, Pandey, & Kazama, 2011). Ketersediaan air secara fisik terdiri atas air

permukaan dan air bawah tanah (Maulani, Sunardi, & Djuwansah, 2013). Ketersediaan air dihitung dengan menggunakan analisis debit air tahunan. Data debit mata air diperoleh dari pengukuran lapangan pada musim hujan dan kemarau. Curah hujan di Desa Ligarmukti didapatkan dari data Dinas PDSA Jonggol. Analisis kualitas air dilakukan secara kontinu saat musim hujan dan kemarau pada setiap mata air. Analisis kualitas air dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung dan Dinas Kesehatan Jawa Barat.

## 2. Komponen Akses (*Access*)

Menggambarkan akses masyarakat untuk memperoleh air dan sanitasi. Tiap variabel dihitung dengan persentase rumah tangga terhadap akses air bersih, sanitasi sehat, dan air limbah sehat (Zhang dkk., 2009). Data akses perpipaan didapatkan dari observasi di lapangan.

## 3. Komponen Pemanfaatan (*Use*)

Menggambarkan kondisi air yang digunakan untuk tujuan berbeda dan kontribusinya terhadap kegiatan ekonomi karena pemanfaatan air adalah suatu prasyarat penting dalam aktivitas manusia (Manandhar dkk., 2011). Dalam penelitian ini, dihitung kebutuhan air dan laju konsumsi.

## 4. Komponen Lingkungan (*Environment*)

Menggambarkan hubungan kondisi lingkungan/lahan dengan sumber daya air dan memastikan pembangunan berkelanjutan secara ekologis (Sullivan & Meigh, 2006). Penelitian ini menggunakan data tutupan lahan yang didapatkan dari survei lapangan.

## 5. Komponen Kapasitas (*Capacity*)

Menggambarkan efektivitas dari kemampuan manusia untuk mengelola air (Mlote, Sullivan, & Meigh, 2002). Dalam penelitian ini, kapasitas terdiri atas empat variabel yang menunjukkan tingkat pendapatan, tingkat pendidikan, sanitasi, dan pekerjaan, dengan data bersumber dari survei lapangan dan kuesioner.

Karena nilai indeks WPI bersifat relatif dari suatu wilayah terhadap wilayah lainnya, diperlukan unit atau skala wilayah spasial. Namun, karena alasan tidak tersedianya deliniasi batasan wilayah rukun tetangga (RT) ataupun rukun warga (RW) di Desa Ligarmukti, dalam kasus ini nilai WPI ditentukan dengan justifikasi Desa Ligarmukti sebagai satu kesatuan. Dengan demikian, nilai WPI Desa Ligarmukti hanya dapat dibanding dengan nilai WPI desa lain dengan komponen WPI yang sama. Selain itu, karena proses FGD tidak dilakukan, proses pembobotan dilakukan dengan pendekatan serta justifikasi data hasil pengisian kuesioner yang bersifat kualitatif menggunakan skala Likert atau penskoran (*scoring*). Berdasarkan hasil survei dan analisis statistik data kuesioner, diperoleh penilaian komponen seperti yang ditampilkan pada Tabel 5.1.

**Tabel 5.1** Hasil *Scoring* Variabel untuk setiap Komponen WPI

No.	Komponen WPI	Hasil Survei/ Kuesioner	Penilaian atau Scoring	Keterangan
1	<b>Resources</b>			
	Debit sumber air (R1)	Sangat berlimpah	5	Enam mata air utama yang ada di Desa Ligarmukti sangat lebih dari cukup untuk menyediakan kebutuhan air bersih bagi masyarakat desa tersebut.
	Curah hujan (R2)	Berfluktuasi sepanjang musim	3	Curah hujan di Desa Ligarmukti tipikal sebagai hujan yang dipengaruhi oleh iklim muson.
	Jumlah penduduk (R3)	3.057 jiwa (tahun 2016)	5	Pertumbuhan jumlah penduduk dari 2015 sampai 2016 sebesar 200 jiwa dengan kepadatan sebesar 3,42 jiwa per hektare.
	Kualitas air minum (R4)	Kandungan koli tinggi	1	Di atas ambang batas baku mutu.
2	<b>Access</b>			
	Sistem perpipaan (A1)	Terbatas	2	Penduduk menggunakan pipa secara komunal.
3	<b>Use</b>			
	Kebutuhan air untuk domestik (U1)	0,24%	5	Kebutuhan air di Desa Ligarmukti memang masih jauh dari ketersediaan yang ada. Oleh karena itu, air banyak yang terbuang dan sebagian lagi untuk pertanian dan perikanan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

No.	Komponen WPI	Hasil Survei/ Kuesioner	Penilaian atau Scoring	Keterangan
	Laju konsumsi (U2)		4	Sebagian besar masyarakat memanfaatkan air yang tersedia untuk minum dan mandi-cuci-kakus (MCK).
4	<b>Environmental</b> Konservasi	sudah tampak alih fungsi lahan dari pertanian menjadi lahan terbangun dan pertambangan.	1	Belum ada tindakan konservasi untuk Desa Ligarmukti yang berstatus daerah karst.
5	<b>Capacity</b> Tingkat pendapatan (C1)	Sebagian besar kepala rumah tangga mencari pekerjaan sampingan untuk menambah pendapatan.	1	< Rp1.500.000 per bulan (39,4%). Angka ini masih di bawah UMR (UMR Kabupaten Bogor pada 2016 sebesar Rp2.960.325)

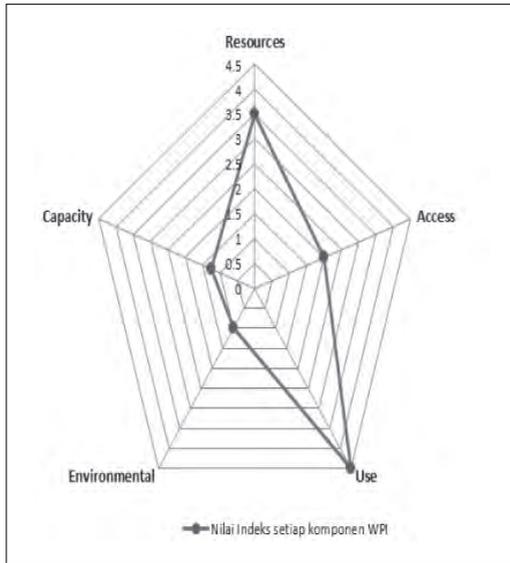
Buku ini tidak diperjualbelikan.

No.	Komponen WPI	Hasil Survei/ Kuesioner	Penilaian atau Scoring	Keterangan
	Tingkat pendidikan (C2)	Kualitas pendidikan masih rendah.	1	Dominasi tamat sekolah dasar (35,6%).
	Sanitasi (C3)	Kurang dari setengah masyarakat menggunakan tangki septik.	2	
	Pekerjaan (C4)	Dominasi pekerjaan adalah petani, yaitu sebesar 22,9%.	1	Masyarakat Desa Ligarmukti sangat bergantung pada sektor pertanian sehingga kesulitan mencari pekerjaan lain.

Sumber: Marganingrum dkk. (2011)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Hasil perhitungan indeks kemiskinan air berasal dari lima komponen dengan tiap nilai komponen ditunjukkan dalam diagram radar (*pentagram*) seperti terlihat pada Gambar 5.1. Sementara itu, nilai indeks tiap komponen WPI dapat dilihat pada Tabel 5.2.



Sumber: Hasil analisis dari penelitian

**Gambar 5.1** Diagram radar hasil perhitungan WPI Desa Ligarmukti.

**Tabel 5.2** Nilai WPI dan Nilai Indeks Tiap Komponennya

Komponen WPI	Nilai Indeks
<i>Resources</i>	3,5
<i>Access</i>	2
<i>Use</i>	4,5
<i>Environmental</i>	1
<i>Capacity</i>	1,25
<b>WPI</b>	<b>2,45</b>

Sumber: Alihar dkk. (2017)

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai WPI Desa Ligarmukti sebesar 2,45, dengan nilai indeks terkecil terdapat pada komponen lingkungan dan nilai indeks tertinggi terdapat pada komponen penggunaan (*use*). Nilai indeks lingkungan (*environmental*) relatif paling rendah dibandingkan komponen lain karena Desa Ligarmukti merupakan daerah karst. Tipikal daerah karst adalah mudah tererosi. Oleh karena itu, tutupan lahan (*landcover*)-nya harus dijaga dengan baik. Apabila terjadi perubahan tutupan lahan, fungsi daerah karst tidak dapat dikembalikan lagi seperti semula sehingga berpotensi menjadi daerah yang gersang (gundul) karena proses erosi berlangsung cepat pada ketebalan *top soil* yang cukup tipis. Dengan demikian, ketika musim hujan tiba, berpotensi terjadi banjir (air hujan melimpas), sedangkan pada saat musim kemarau berpotensi terjadi kekeringan.

Di Desa Ligarmukti juga belum ada inisiasi untuk melakukan konservasi lahan dan air, bahkan alih fungsi lahan dari lahan bervegetasi (sawah) menjadi kawasan pertambangan (pertambangan kapur) makin luas. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi lingkungan di Desa Ligarmukti sangat rentan terhadap kerusakan, khususnya kerusakan yang bersifat antropogenik. Sementara itu, komponen penggunaan air (*use*) memiliki nilai relatif besar dibandingkan komponen lain karena secara kuantitas, jumlah air yang tersedia di Desa Ligarmukti untuk saat ini lebih dari cukup untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga (domestik). Sebagian lagi digunakan untuk irigasi dan perikanan.

Berdasarkan hasil analisis nilai-nilai indeks dari setiap komponen WPI, rekomendasi yang dapat diberikan adalah perlunya upaya yang sistematis agar sumber mata air di Desa Ligarmukti tetap terjaga kelestariannya, baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Perlu ada pengelolaan sumber daya alam yang ramah lingkungan dengan jalan dibuatnya berbagai regulasi, terutama berkaitan dengan penambangan batu kapur di Desa Ligarmukti. Sementara itu, masyarakat juga harus diberi pemahaman bahwa suatu saat nanti sumber mata air

akan mengering jika sumber daya alam yang ada tidak dilindungi dari proses degradasi. Adanya kegiatan sosialisasi tentang sanitasi lingkungan sangat membantu dalam memberikan pemahaman bagi masyarakat tentang kualitas air. Satu hal penting yang harus dilakukan adalah inisiasi dan realisasi sistem atau sebuah lembaga pengelolaan sumber daya air di Desa Ligarmukti agar upaya seperti konservasi segera dapat direalisasikan untuk menanggulangi kemiskinan air di wilayah ini.

## Daftar Pustaka

- Alihar, F., Marganingrum, D., Lubis, R. F., Maria, R., Purwoarminta, A., Soetopo, T., ... Pradipta, L. (2017). *Pengujian model kelembagaan sosial pengelolaan air bersih berbasis masyarakat di daerah karst*. Laporan Akhir Kegiatan Labsos, Kedepatian IPSK LIPI-Jakarta.
- Chan, N. W. (2012). *Urban water pricing: Equity and affordability*. Global Water Forum (GWF), Discussion Paper 1209. Canberra, Australia.
- Kemp-Benedict, E., Bharwani, S., Rosa, E. de la, Cayanis, K., & Matin, N. (2009). *Assessing water related poverty using the sustainable livelihoods framework*. Stockholm Environment Institute, Working Paper. Swedia.
- Manandhar, S., Pandey, V., & Kazama, F. (2011). Application of water poverty (wpi) in nepalese context: A case study of Kalo Gandaki River Basin (KGRB). *Water Resour. Manage.*, 26, 89–107.
- Marganingrum, D., Santoso, H., Tarsim, C., Rusydi, A. F., Makhmuddin, D., & Subhanwan, I. (2011). *Konsep pengurangan kemiskinan berdasarkan eksplorasi variabel-variabel penyusun indeks kemiskinan air (water poverty index)*. Studi Kasus Cekungan Bandung. Laporan Akhir Kegiatan Penelitian Program Kompetitif LIPI, Subprogram VII Critical Strategic Social Issues (CSSI).
- Maria, R., Marganingrum, D., & Lubis, R. F. (2016). Ketersediaan sumber daya air untuk mendukung ketahanan air daerah karst Desa Ligarmukti, Kabupaten Bogor. Dalam *Prosiding Pemaparan Hasil Penelitian Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI Tahun 2016* (pp. 87–96). Bandung.
- Maulani, N., Sunardi, D. S., & Djuwansah. (2013). Identifikasi kemiskinan air di daerah aliran Sungai Citarum Hulu: Kasus daerah Bandung Raya. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 11(2), 92–99.

- Mlote, S. D., Sullivan, C., & Meigh, J. (2002). *Water poverty index: A tool for integrated water management*. Dar es Salaam.
- Mujiyani. (2005). *Ketersediaan air dan kemiskinan: Studi kasus di DKI Jakarta (Tracking Hasil Riset Kompetitif LIPI 2003–2007)*. Jakarta: LIPI Press.
- Setiawan, I. (2009). *Strategi Pengelolaan Sumber Daya Air DAS Sumani Propinsi Sumatera Barat Pendekatan Analisis Neraca Air*. Tesis. Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Sullivan, C., & Meigh, J. (2006). Application of the water poverty index at different scales: a cautionary tale. *Water International*, 31(3), 412–426.
- Sullivan, C. A. (2002). Calculating a water poverty index. *World Development*, 30(7), 1195–1210.
- United Nations Development Programme. (2006). *Human development report: Beyond scarcity: Power, poverty, and the global water crisis*. New York, USA: Palgrave Macmillan.
- Zhang, W., Wang, Y., Peng, H., Li, Y., Tang, J., & Wu, K. B. (2009). A coupled water quantity-quality model for water allocation analysis. *Water Resour. Manage.*, <https://doi.org/10.1007/s11269-009-9456-8>.





## BAB VI

# Kapasitas Sumber Daya Air sebagai Pendukung Model Cowarmoka

*Rizka Maria, Rachmat Fajar Lubis, dan Ananta Purwoarminta*

### A. Permasalahan Sumber Daya Air di Wilayah Karst

Pemenuhan kebutuhan air bersih di wilayah pedesaan dan perkotaan telah diusahakan oleh pemerintah, tetapi belum semua merata di setiap daerah. Salah satu daerah yang jarang mendapat pelayanan pemenuhan kebutuhan air adalah daerah topografi karst. Daerah dengan topografi karst merupakan daerah yang kelihatan kering di permukaan, tetapi sebenarnya mampu menangkap atau menjebak air. Hal ini terjadi karena hujan yang jatuh di permukaan tanah akan langsung masuk ke depresi dan menjadi aliran bawah tanah yang akan berkembang menjadi sungai-sungai bawah tanah atau mata air karst.

Desa Ligarmukti merupakan desa di kawasan topografi karst Klapanunggal, yang terdiri atas kawasan perbukitan karst dan kaya akan sumber mata air dengan debit beragam sehingga mampu

Buku ini tidak diperjualbelikan.

memasok kebutuhan air bagi daerah di sekitarnya. Masyarakat Desa Ligarmukti mengandalkan mata air tersebut untuk memenuhi kebutuhan air bersih sehari-hari. Mata air itu tersebar pada perbukitan dan lembah di kawasan Desa Ligarmukti. Meskipun terdapat banyak mata air, pada saat musim kemarau warga sering mengalami kekeringan sehingga masyarakat mendapatkan air bersih secara bergilir. Mata air yang memiliki debit terbesar adalah mata air Sodong yang selain dimanfaatkan untuk sumber air di Desa Ligarmukti, juga dimanfaatkan oleh perusahaan daerah air minum (PDAM) dan untuk pariwisata.

Ketersediaan sumber daya air, baik dari aspek kualitas maupun kuantitas, merupakan salah satu aspek teknis dalam pengelolaan sumber daya air (*hard system perspective*). Oleh karena itu, perlu menguantifikasi keberadaan sumber daya air dengan baik agar mekanisme pengelolaannya dapat dilakukan dengan lebih tepat. Berdasarkan hasil observasi lapangan, permasalahan yang terkait dengan aspek sumber daya air di Desa Ligarmukti dapat dirumuskan sebagai berikut.

1. Ketersediaan sumber daya air di daerah karst bergantung pada musim. Oleh karena itu, diperlukan strategi dan teknologi pengolahan untuk menyasati kondisi alamiah tersebut. Selain itu, diperlukan pembentukan lembaga pengelolaan air di daerah karst yang tentunya berbeda dari daerah yang bukan tipe karst.
2. Debit air di daerah karst sangat fluktuatif, sedangkan lokasi permukiman sangat menyebar. Oleh karena itu, diperlukan perhitungan kembali keseimbangan debit sumber-sumber air bersih (mata-mata air) dengan kebutuhan yang ada. Perhitungan ini diperlukan agar perencanaan pemenuhan kebutuhan air bersih saat ini dan di masa mendatang sesuai dengan potensi yang ada. Potensi air yang ada diharapkan dapat dijadikan indikator dalam memenuhi kebutuhan air untuk komunitas wilayah Desa Ligarmukti sehingga air dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan.

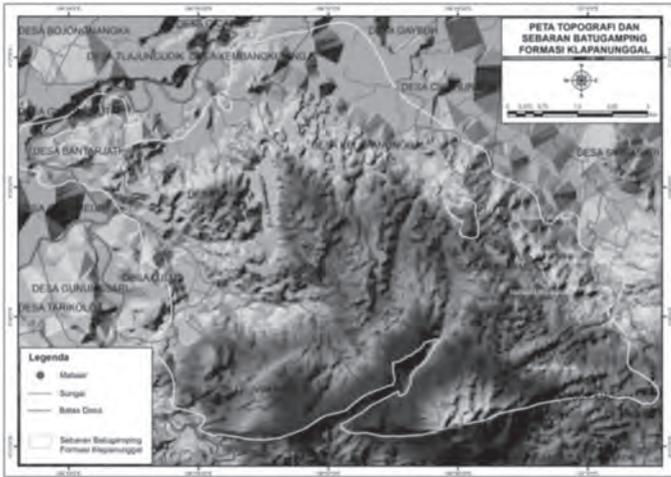
3. Sistem pengelolaan sumber daya air perlu dukungan infrastruktur. Dengan demikian, diperlukan perencanaan untuk pengembangan infrastruktur penggunaan sumber daya air agar pemanfaatannya dapat dilaksanakan dengan tepat dan terencana.
4. Pengelolaan daerah konservasi di daerah karst sangat penting. Upaya penjagaan daerah konservasi dapat dilakukan apabila kesinambungan pengelolaan air bersih di daerah karst dapat dipertimbangkan dan direncanakan dengan membentuk sebuah lembaga pengelolaan sumber daya air.

Desa Ligarmukti, Kecamatan Klapanunggal, Kabupaten Bogor, Jawa Barat, memiliki luas wilayah sebesar 800 hektare (Gambar 6.1 dan Tabel 6.5). Akses masyarakat ke sumber air saat ini ada yang dikelola secara kelompok dan ada juga yang bersifat individu, khususnya masyarakat yang berada di dekat mata air—memanfaatkannya secara langsung. Namun, untuk masyarakat yang berada jauh dari mata air, akses dilakukan dengan cara pemasangan pipa. Pemasangan pipa *intake* air masih dilakukan secara konvensional dan tidak terkelola dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya jumlah pipa dengan diameter yang berbeda-beda. Kondisi ini berpotensi menimbulkan konflik, terutama ketika musim kemarau tiba.

Berdasarkan kondisi lingkungan yang terjadi di Desa Ligarmukti, perlu dilakukan kajian yang bertujuan mengetahui kapasitas sumber daya air di Desa Ligarmukti yang dapat mendukung model kelembagaan sumber daya air. Lingkup pembahasan meliputi potensi dan sistem pengelolaan sumber daya air terkait dengan infrastruktur distribusinya.

## **B. Konsep dan Prosedur Pengujian**

Ketahanan air suatu wilayah sangat dipengaruhi oleh potensi dan kualitas sumber air. Perhitungan potensi semua sumber air yang ada diperlukan untuk mengetahui pemenuhan kebutuhan air bagi masyarakat. Kebutuhan air ialah jumlah air yang dipergunakan secara wajar



Sumber: Maria, Marganingrum, dan Lubis (2016)

**Gambar 6.1** Lokasi Penelitian dan Sebaran Mata Air Desa Ligarmukti

untuk keperluan pokok manusia (domestik) dan kegiatan-kegiatan lain yang memerlukan air. Besarnya pemakaian oleh masyarakat dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti tingkat hidup, pendidikan, tingkat ekonomi, dan kondisi sosial.

Dalam perencanaan suatu sistem penyediaan air, kemungkinan penggunaan air dan variasinya haruslah diperhitungkan secermat mungkin (Lindsley & Franzini, 1991). Persamaan untuk menghitung kebutuhan air bersih dapat dinyatakan sebagai berikut:

- Kebutuhan air bersih ( $Q_{md}$ )
 
$$Q_{md} = P_n \times q \times f_{md} \dots\dots\dots(1)$$
- Kebutuhan total air bersih ( $Q_t$ )
 
$$Q_t = Q_{md} \times 100/80 \text{ (faktor kehilangan air 20\%)} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- $Q_{md}$  = kebutuhan air bersih
- $P_n$  = jumlah penduduk tahun n
- $q$  = kebutuhan air per orang per hari
- $f_{md}$  = faktor hari maksimum (1,05–1,15)
- $Q_t$  = kebutuhan air total

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Desa Ligarmukti termasuk kota kategori V (desa) dengan jumlah penduduk pada 2015 sebesar 2.857 jiwa. Berdasarkan kriteria perencanaan Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum (1998), konsumsi unit hidran umum diambil 30 liter per orang per hari. Dalam perencanaan sistem distribusi air bersih, tidak tertutup kemungkinan terjadinya kehilangan air. Kehilangan air ditentukan dengan asumsi sebesar 15% dari kebutuhan rata-rata, yaitu kebutuhan domestik ditambah kebutuhan non-domestik (Tabel 6.1).

**Tabel 6.1** Kriteria/Standar Perencanaan Sistem Air Bersih Pedesaan

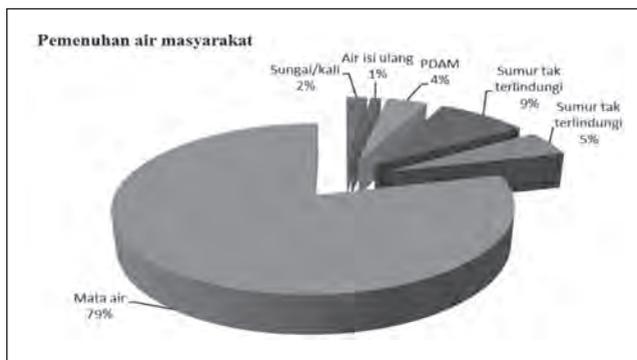
No.	Uraian	Kriteria
1	Hidran umum (HU)	30 l/orang/hari
2	Sambungan rumah (SR)	90 l/orang/hari
3	Lingkup layanan	60–100%
4	Perbandingan HU/SR	20 : 80 = 50 : 50
5	Kebutuhan non-domestik	5%
6	Kehilangan air akibat kebocoran	15%
7	Faktor puncak untuk harian maksimum	1,5 x Qr
8	Pelayanan HU	100 orang/unit
9	Pelayanan SR	10 orang/unit
10	Jam Operasi	12 jam/hari
11	Aliran maksimum HU	3000 lt/hari
12	Aliran maksimum SR	900 lt/hari
13	Periode Perencanaan	10 tahun

Sumber: Ditjen Cipta Karya Departemen PU (1998)

Dalam perencanaan air bersih, peningkatan jumlah penduduk akan memengaruhi peningkatan kebutuhan fasilitas, termasuk peningkatan pelayanan air bersih. Oleh karena itu, proyeksi penduduk diperlukan untuk memprediksi jumlah penduduk di masa yang akan datang berdasarkan data perkembangan penduduk tahun lalu. Penurunan kualitas air menyebabkan kerentanan sumber daya air. Kerentanan air tanah terhadap pencemaran terdiri atas dua macam, yaitu kerentanan intrinsik dan kerentanan spesifik. Kerentanan air

Buku ini tidak diperjualbelikan.

tanah secara intrinsik dipengaruhi oleh kondisi fisik daerahnya, sedangkan kerentanan air tanah secara spesifik dipengaruhi oleh kondisi nonfisik, seperti aktivitas manusia dan lainnya sebagai sumber pencemaran. Aktivitas manusia yang dapat menyebabkan pencemaran, misalnya penggunaan lahan untuk permukiman, pertanian, pertambangan, dan peternakan. Masyarakat Desa Ligarmukti dominan menggunakan air tanah sebagai sumber air utamanya (Gambar 6.2). Sebanyak 93% penduduk menggunakan mata air dan sumur gali untuk pemenuhan air baku (IPSK, 2014). Hasil ini menunjukkan bahwa faktor ketahanan air di wilayah ini akan sangat bergantung pada potensi dan kualitas air tanah yang ada di wilayah ini. Kerentanan air tanah akan dipengaruhi faktor-faktor hidrogeologi yang utama, yaitu kedalaman muka air tanah, penyerapan sumber pencemar dari permukaan, hubungan antara tanah dan air permukaan serta rata-rata kecepatan aliran air tanah. Kerentanan suatu lapisan yang mampu menyimpan dan membawa air tanah (akuifer) terhadap pencemaran sangat ditentukan oleh sistem aliran air tanah, sistem hidrogeologi, dan faktor iklim (Vrba, 1994).



Sumber: Hartana dkk. (2014)

**Gambar 6.2** Pemenuhan Air Baku Masyarakat Desa Ligarmukti

### **C. Faktor-Faktor yang Memengaruhi Ketersediaan Air Secara Fisik**

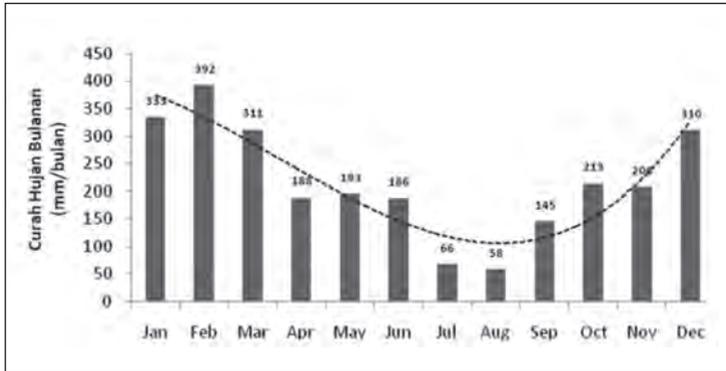
Desa Ligarmukti memiliki area persawahan yang cukup luas. Seiring dengan berjalannya waktu, luas lahan pertanian di desa ini makin berkurang setiap tahunnya karena dijual oleh masyarakat kepada para pendatang, khususnya dari Jakarta. Selain dikenal sebagai lokasi pengambilan film terkenal, terutama untuk film-film laga, Desa Ligarmukti dikenal sebagai tempat wisata. Salah satu destinasi wisata di desa ini adalah mata air Sodong, yang merupakan salah satu bukti potensi sumber daya alam yang dimiliki Desa Ligarmukti. Oleh karena itu, terkait dengan mata air di daerah karst, ketersediaan air di wilayah ini perlu dikonservasi serta dikelola dengan baik dan tepat agar dapat menunjang segala aktivitas yang terdapat di Desa Ligarmukti.

Ketersediaan atau potensi sumber daya air di suatu kawasan atau wilayah secara fisik umumnya dipengaruhi beberapa hal, yaitu curah hujan, geologi, jenis tanah, topografi kemiringan lereng, dan tutupan lahan. Selanjutnya, beberapa faktor tersebut akan diulas sebagai berikut.

#### **1. Curah Hujan**

Stasiun pengukur curah hujan terdekat di lokasi penelitian adalah stasiun Klapanunggal. Berdasarkan analisis data hasil pengukuran curah hujan, diketahui bahwa curah hujan di wilayah ini merupakan tipe hujan monsun, yang dalam satu tahun terdapat satu puncak musim hujan. Pola hujan monsun ini memerlukan pengelolaan yang tepat karena terdapat fluktuasi curah hujan yang signifikan ketika musim kemarau dan musim hujan.

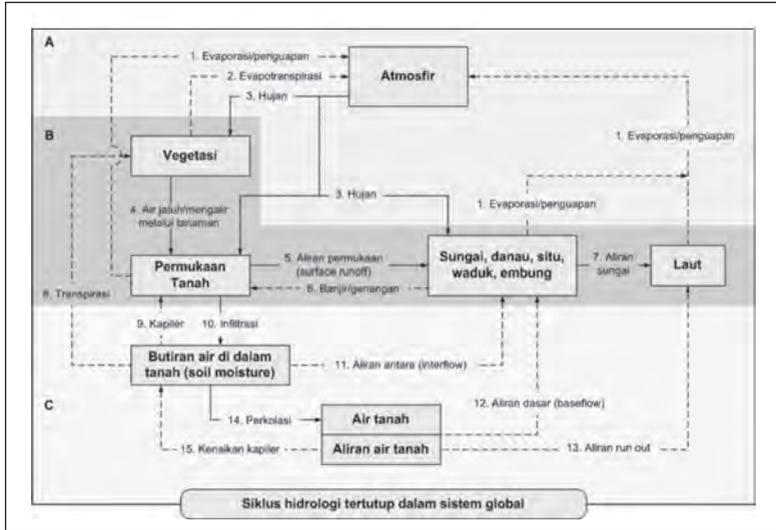
Analisis data hujan bulanan di lokasi penelitian menunjukkan bahwa Desa Ligarmukti termasuk daerah yang memiliki potensi sumber daya air cukup besar. Hampir 10 bulan mengalami curah hujan di atas 100 mm yang apabila dikelola dengan baik dapat meningkatkan ketersediaan air yang ada di wilayah ini (Gambar 6.3).



Sumber: Alihar dkk. (2017)

**Gambar 6.3** Pola Curah Hujan Bulanan dari Hasil Analisis Data Curah Hujan Harian Stasiun Klapanunggal pada 2006–2015

Hujan merupakan sumber utama potensi ketersediaan air di suatu wilayah. Hujan yang turun di permukaan tanah selanjutnya akan mengalami dua proses perlakuan sebelum dapat digunakan manusia. Pertama, hujan akan mengalir langsung ke atas permukaan tanah mengikuti garis kontur ke tempat yang lebih rendah hingga menemukan tempat atau wadah penampungan (*storage*) dalam berbagai bentuk, seperti sungai, waduk, danau, dan empang/embung, ataupun mengalami intersepsi pada daun, batang, dan akar tumbuh-tumbuhan. Kedua, hujan akan meresap ke dalam tanah melalui proses infiltrasi dan perkolasi, yang kemudian membentuk dan mengisi air tanah. Mata air ialah salah satu bentuk air tanah yang muncul di permukaan ketika topografi atau terdapat lereng yang memotong aliran air tanah. Gambar 6.4 menunjukkan proses perubahan hujan (air meteorik) yang jatuh ke permukaan tanah (bumi) yang kemudian dikenal sebagai siklus hidrologi. Persentase curah hujan yang terlibat pada proses pertama dan kedua sangat dipengaruhi oleh kondisi geologi (jenis tanah), kemiringan lereng, dan tutupan lahan ketika hujan tersebut jatuh di permukaan tanah.



Ket: (A = di udara; B = di atas tanah; C= di dalam tanah)

Sumber: Kodoatie dan Sjarief (2010)

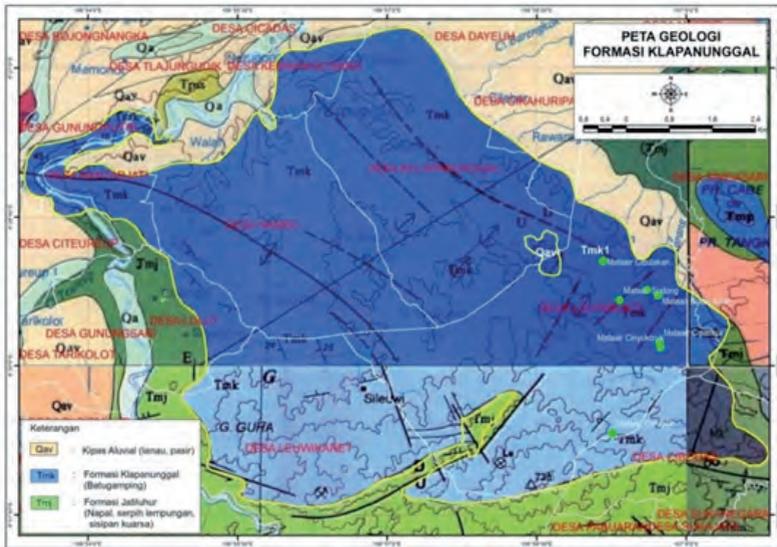
**Gambar 6.4** Proses yang Terjadi dalam Siklus Hidrologi

## 2. Geologi dan Jenis Tanah

Secara umum, daerah penelitian tersusun oleh litologi batu gamping Formasi Klapanunggal dan napal serta sisipan lempung dan kuarsa Formasi Jatiluhur (Gambar 6.5). Batu gamping Formasi Klapanunggal mempunyai umur yang setara dengan Formasi Lengkong dan Bojonglopang, menjemari dengan bagian bawah merupakan Formasi Jatiluhur yang berumur miosen awal (Effendi, 1974).

Karst merupakan daerah berbatuan gamping dan dikenal sebagai kawasan yang unik secara geomorfologi karena bentuk lahan permukaannya menarik dan spesifik yang tidak dapat ditemukan pada unit geomorfologi lain. Proses hidrologi karst dimulai pada pelebaran celah-celah dan rekahan oleh proses pelarutan air hujan terhadap batuan kalsium karbonat. Pada perbukitan karst Desa Ligarmukti, dijumpai luweng atau ponor yang berfungsi sebagai rekahan masuknya curah hujan ke tanah.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Modifikasi dari Effendi (1974)

**Gambar 6.5** Peta Geologi Desa Ligarmukti

Rekahan-rekahan vertikal yang menyatu secara horizontal akan membentuk sistem sungai bawah tanah yang terus mengalir secara gravitatif menuju daerah yang lebih rendah. Formasi karst dapat disebut sebagai akifer karena dapat menyimpan dan mengalirkan air sehingga sebuah sumur atau mata air mempunyai debit air yang cukup signifikan (Haryono, 2004). Pada umumnya, suatu daerah karst yang baik mempunyai kombinasi dua elemen aliran, yaitu difusi dan lorong (*conduit*).

Pengaruh geologi atau jenis tanah terhadap ketersediaan air ditentukan oleh kemampuan batuan atau tanah dalam menyerap air hujan yang berhubungan dengan besar kecilnya ukuran pori tanah (porositas). Besar-kecilnya porositas bergantung pada jenis batuan dan matriks pada batuan itu sendiri. Akan tetapi, batuan karbonat pada daerah karst tidak semata-mata bergantung pada matriks batuan,

Buku ini tidak diperjualbelikan.

tetapi lebih bergantung pada proses lanjutan setelah batuan itu terbentuk atau muncul di permukaan bumi. Secara umum, porositas batuan dibedakan menjadi dua tipe:

- a. Porositas primer, yaitu porositas yang bergantung pada matriks batuan itu sendiri.
- b. Porositas sekunder, yaitu porositas batuan yang lebih bergantung pada proses sekunder, seperti adanya rekahan ataupun lorong hasil proses solusional.

Batuan karbonat di daerah karst mempunyai porositas yang lebih besar karena terdapat percelahan hasil proses pelarutan sehingga lebih cocok digolongkan sebagai porositas sekunder. Batuan gamping yang belum terkarstifikasi akan mempunyai nilai porositas yang jauh lebih kecil dibandingkan batuan gamping yang telah terkarstifikasi dengan baik. Perbedaan porositas ini dapat dilihat pada Tabel 6.2.

**Tabel 6.2** Besarnya Porositas pada Berbagai Material Batuan

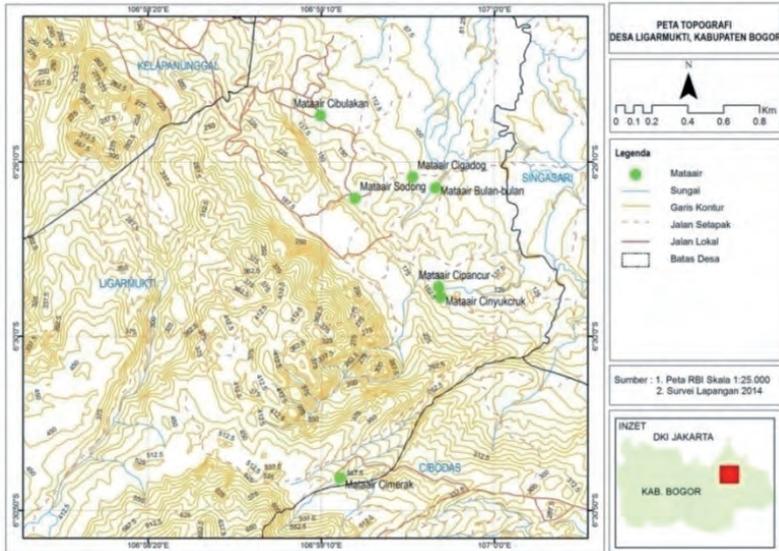
Material	Porositas (%)
Sedimen tidak kompak:	
• Kerikil	25–40
• <i>Sand</i>	25–50
• <i>Silt</i>	35–50
• Lempung	40–70
Batuan:	
• <i>Fractured basalt</i>	5–50
• Gamping terkarstifikasi	5–50
• <i>Sandstone</i>	5–30
• Gamping, dolomit	0–20
• <i>Shale</i>	0–10
• <i>Fractured crystalline rock</i>	0–10
• <i>Dense crystalline rock</i>	0–5

Sumber: Acworth (2001)

Selain faktor fisik terkait dengan kuantitas air, umumnya kualitas air tanah karst memiliki konsentrasi unsur Ca (kalsium), Mg (magnesium) serta kesadahan yang tinggi. Hal ini sesuai dengan komposisi mineral batuan karbonat yang didominasi oleh unsur Ca dan Mg. Ketiga kontaminan tersebut merupakan kontaminan alami untuk daerah karst. Oleh karena itu, bila sumber air ini digunakan sebagai air minum, sebaiknya dilakukan *treatment* (pengolahan) terlebih dahulu, misalnya dengan cara didiamkan (proses pengendapan) agar konsentrasi kontaminan tersebut berkurang. Sementara itu, kontaminan yang bersifat eksternal yang dapat terjadi di daerah karst umumnya berasal dari daerah imbuhanannya, misalnya dari pengaruh antropogenik, kotoran hewan (seperti kelelawar dalam gua), penebangan tanaman, dan penambangan batu gamping.

### 3. Topografi

Topografi wilayah adalah ketinggian suatu wilayah di atas permukaan air laut. Menurut Asdak (2002), makin tinggi suatu wilayah di atas permukaan laut, makin rendah temperaturnya. Temperatur yang rendah berfungsi dalam proses pengembunan, yaitu perubahan awan menjadi hujan. Dengan kata lain, daerah dengan topografi yang tinggi adalah daerah yang relatif mendapat hujan lebih banyak daripada daerah yang lebih rendah. Topografi lokasi penelitian merupakan topografi karst yang unik dengan fenomena khas akibat proses pelarutan dan pengendapan kembali  $\text{CaCO}_3$  di atas dan di bawah permukaan bumi. Dari hasil pengamatan di lapangan, Desa Ligar-mukti, yang terletak di Kecamatan Klapanunggal, Kabupaten Bogor, berada pada ketinggian 81,25–525 meter di atas permukaan laut (Gambar 6.6).



Sumber: Alihar dkk. (2017)

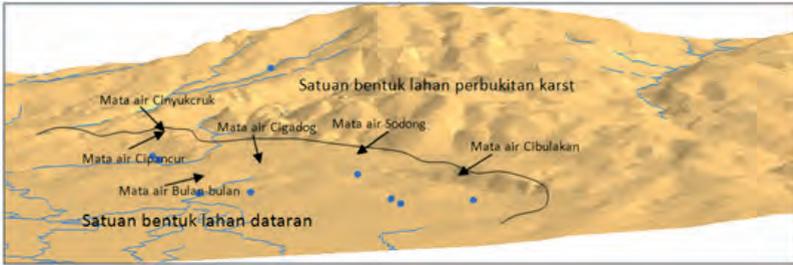
**Gambar 6.6** Peta Topografi Desa Ligarmukti

#### 4. Geomorfologi dan Kemiringan Lereng

Berdasarkan pengamatan di lapangan menggunakan klasifikasi Zuidam (1985), daerah Ligarmukti terbagi menjadi dua satuan geomorfologi, yaitu satuan geomorfologi perbukitan karst dan satuan geomorfologi dataran aluvial (Gambar 6.7). Sementara itu, interpretasi sudut lereng dan beda tinggi suatu wilayah menurut klasifikasi Zuidam (1979) ditunjukkan pada Tabel 6.3.

Kemiringan akan memengaruhi jumlah atau persentase hujan yang jatuh menjadi aliran permukaan dan aliran tanah. Makin tinggi sudut kemiringan, makin berkurang potensi air hujan yang dapat meresap ke dalam tanah, dan makin tinggi air lariannya. Pada lahan dengan kemiringan yang sama, lahan yang bervegetasi akan memberikan potensi air yang lebih baik dan besar daripada lahan tanpa vegetasi. Reboisasi dan reforestasi merupakan salah satu upaya

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Sumber: Maria dkk. (2016)

**Gambar 6.7** Pembagian Satuan Geomorfologi Daerah Penelitian

**Tabel 6.3** Interpretasi Bentuk Lahan dan Relief Berdasarkan Klasifikasi Zuidam (1985)

No.	Morfologi Relief	Sudut Lereng (°)	Beda Tinggi (m)
1	Dataran	0–2	0<5
2	Berombak	>2–7	5–25
3	Bergelombang	>7–13	>25–50
4	Perbukitan	>13–20	>50–200
5	Pegunungan	>20–55	>200–500
6	Pegunungan Curam	>55–140	>500–1.000
7	Pegunungan Terjal	>140	>1.000

Sumber: Analisis lapangan yang dimodifikasi dari klasifikasi Zuidam (1979)

dalam rangka meningkatkan persentase air yang meresap ke dalam tanah sebanyak-banyaknya dan menurunkan persentase air larian sekecil-kecilnya. Dengan kata lain, meningkatkan daya guna air dan menurunkan daya rusak air sebagai sumber daya alam.

## 5. Penggunaan Lahan

Secara umum, kondisi lingkungan fisik Desa Ligarmukti menunjukkan lingkungan pedesaan. Hal ini ditunjukkan dengan bentangan daerah persawahan yang luas serta banyak tanaman keras yang tumbuh di sekitar daerah tersebut. Kondisi lingkungan tersebut seyogyanya

dipertahankan dengan jalan membuat perencanaan tata ruang agar pada masa yang akan datang kawasan tersebut dapat tertata dengan lebih baik.

Berdasarkan pengamatan di lapangan, penggunaan lahan pada satuan geomorfologi perbukitan karst adalah permukiman dan perkebunan, sedangkan pada dataran aluvial adalah permukiman dan sawah (Gambar 6.8). Sementara itu, berdasarkan analisis ketinggian dari peta topografi, wilayah Desa Ligarmukti terbagi pada beberapa jenis, yaitu dataran, berombak, bergelombang, dan perbukitan.

Penggunaan lahan di setiap satuan morfologi tersebut ditunjukkan pada Tabel 6.4. Namun, penggunaan lahan di lokasi penelitian masih didominasi oleh permukiman dan kebun sebesar 54% pada kemiringan lereng maksimum 13°.



Foto: Maria Rizka (2016)

**Gambar 6.8** Kawasan Pertanian Desa Ligarmukti dengan Latar Belakang Perbukitan Karst

**Tabel 6.4** Pembagian Morfologi dan Penggunaan Lahan Desa Ligarmukti

No.	Morfologi Relief	Sudut Lereng (°)	Beda Tinggi (m)	Penggunaan Lahan	Persentase
1	Dataran	0–2	0<5	Sawah, lahan basah (perikanan), permukiman	15
2	Berombak	>2–7	5–25	Permukiman, kebun	21
3	Bergelombang	>7–13	>25–50	Permukiman, kebun, tegalan	33
4	Perbukitan	>13–20	>50–200	Tegalan, hutan rakyat	31

Sumber: Hasil analisis (2017)

Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk, luas daerah permukiman akan berkembang. Salah satu lahan yang berpotensi mengalami perubahan penggunaan lahan adalah tegalan. Pemanfaatan lahan di Desa Ligarmukti dengan total luas wilayah 800 ha terlihat pada Tabel 6.5.

**Tabel 6.5** Penggunaan Lahan di Desa Ligarmukti

Penggunaan lahan	Luas lahan (ha)
Sawah	300
Kebun	35,5
Perumahan	72,5
Ladang	90
Empang	2,5
Hutan	299,5

Sumber: BPS (2017)

Hasil survei juga menunjukkan bahwa permukiman masyarakat di Desa Ligarmukti terlihat belum terlalu padat, tetapi polanya cenderung tidak teratur. Pola permukiman penduduk Desa Ligarmukti kiranya masih bisa ditata dengan baik karena perkembangannya belum pesat. Namun, pada suatu saat Desa Ligarmukti akan berkembang sejalan dengan meningkatnya kegiatan pariwisata di daerah tersebut. Hal ini perlu diantisipasi sedini mungkin karena akan berdampak terhadap infrastruktur lainnya dan penataan ruang.

Di antara kelima faktor yang sudah disebutkan sebagai faktor yang memberikan pengaruh ketersediaan sumber daya air di suatu wilayah, penggunaan lahan ini merupakan faktor eksternal dan dapat dimanipulasi. Unsur teknologi dan inovasi dapat diterapkan untuk memberikan rekayasa dalam mengoptimalkan daya guna dan meminimalkan daya rusak air.

#### **D. Sumber Air Masyarakat Desa Ligarmukti**

Masyarakat Desa Ligarmukti mengandalkan mata air untuk memenuhi kebutuhan air bersih sehari-hari. Sebanyak 93% penduduk Desa Ligarmukti memanfaatkan mata air dan sumur gali sebagai air baku untuk kepentingan rumah tangga (Hartana dkk., 2014). Hal ini menunjukkan bahwa faktor ketahanan air di wilayah ini akan sangat bergantung pada potensi dan kualitas air tanah.

Desa Ligarmukti memiliki enam mata air di desa ini, yaitu Bulan-bulan, Cibulakan, Cipancur, Cinyucruk, Cigadok, dan Sodong (Gambar 6.9). Keenam mata air tersebut tersebar pada perbukitan dan lembah di kawasan Desa Ligarmukti dengan sketsa seperti ditunjukkan pada Gambar 6.10. Air dari danau ini tidak dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih karena sifatnya yang basa ( $\text{pH} > 7$ ). Pada saat musim kemarau, warga sering mengalami kekeurangan sehingga masyarakat menggunakan sistem bergilir untuk

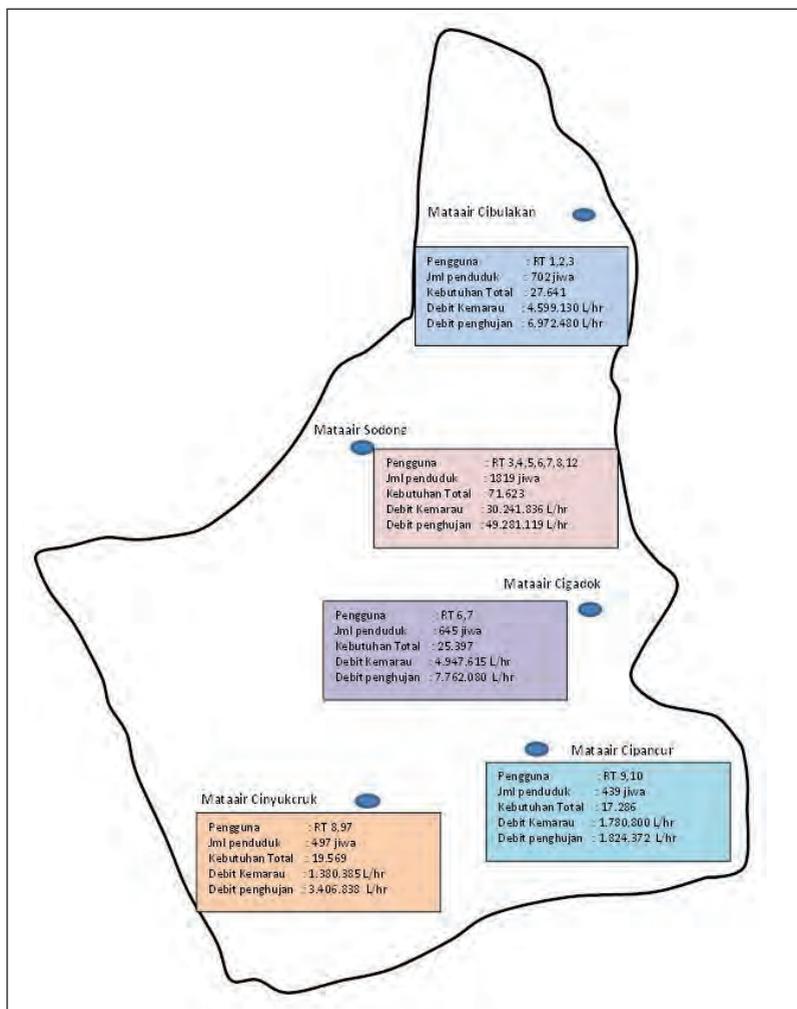
mendapatkan air dari mata air. Mata air yang memiliki debit terbesar adalah mata air Sodong. Mata air ini, selain dimanfaatkan sebagai sumber air di Desa Ligarmukti, digunakan oleh perusahaan daerah air minum (PDAM) sebagai air baku. Cakupan pelayanan PDAM tersebut hingga ke daerah Cileungsi. Selain sebagai sumber air baku, mata air Sodong dimanfaatkan sebagai lokasi pariwisata.

Tabel 6.6 menunjukkan debit dari setiap mata air dan kebutuhan air masyarakat Desa Ligarmukti. Gambar 6.11 menunjukkan perbandingan antara kebutuhan air bersih masyarakat Desa Ligarmukti dan ketersediaan yang ada. Berdasarkan perbandingan tersebut, terlihat bahwa debit mata air yang tersedia di Desa Ligarmukti masih mampu memenuhi seluruh kebutuhan yang ada saat ini. Namun, perlu dilakukan pengelolaan yang baik dan tepat sedini mungkin agar debit yang tersedia tidak terbuang begitu saja. Selain itu, perlu diingat bahwa Desa Ligarmukti adalah daerah karst dengan sumber daya air yang sangat rentan terhadap proses degradasi.



Foto: Maria Rizka (2017)

**Gambar 6.9** Potensi Mata Air yang Menjadi Sumber Utama Kebutuhan Air Desa Ligarmukti.



**Gambar 6.10** Sketsa Mata Air Desa Ligarmukti

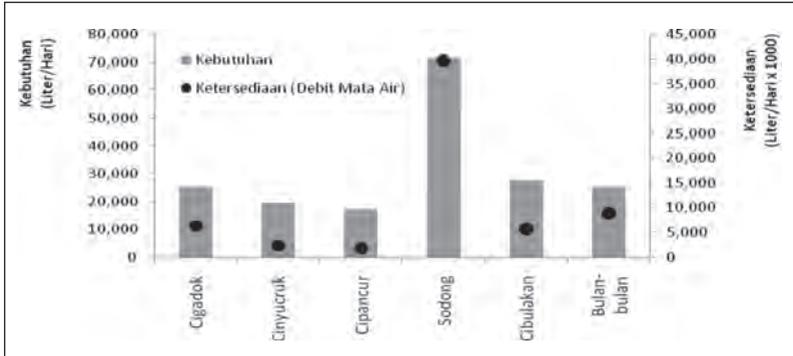
Buku ini tidak diperjualbelikan.

**Tabel 6.6** Pemanfaatan Mata Air untuk Pemenuhan Kebutuhan Masyarakat di Desa Ligarmukti

No. Mata Air	Pemenuhan Kebutuhan Air Masyarakat	Pemanfaatan	Jumlah Penduduk	Total Kebutuhan untuk RT (per liter)	Debit Kering (l/hr)	Debit Basah (l/hr)	Rata-rata Debit (l/hr)
1 Cigadok	Melayani RT 06 dan 07	Domestik, irigasi, perikanan.	645	25.397	4.947.615	7.762.080	6.354.848
2 Cinyucruk	Melayani RT 08 dan 09	Domestik, irigasi, perikanan.	497	19.569	1.380.385	3.406.838	2.393.612
3 Cipancur	Melayani RT 09 dan 10	Domestik, irigasi, perikanan.	439	17.286	1.780.800	1.824.372	1.802.586
4 Sodong	Melayani RT 03, 04, 06, 07, dan 08 Melayani RT 12 melalui pemompaan karena berada di atas mata air Sodong, sumber air PDAM Sodong, dan perumahan Citra Green	Domestik, pariwisata, irigasi, perikanan.	1819	71.623	30.241.836	49.281.119	39.761.478
5 Cibulakan	Melayani RT 01, 02, dan 03	Domestik, irigasi.	702	27.641	4.599.130	6.972.480	5.785.805
6 Cimerak	Melayani RT 11	Domestik					
7 Bulan-bulan	Untuk irigasi	Irigasi, perikanan.		25.397	6.547.910	11.284.320	8.916.115

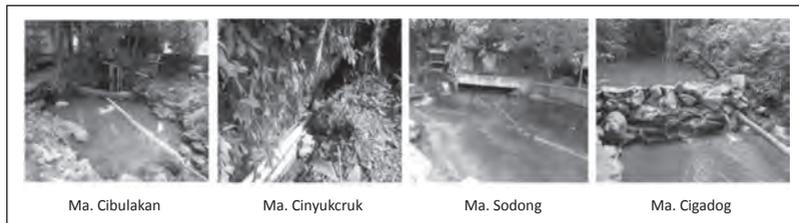
Ket.: Hasil observasi lapangan pada 2015, 2016, dan 2017

Buku ini tidak diperjualbelikan.



**Gambar 6.11** Perbandingan antara Kebutuhan dan Ketersediaan Air di Desa Ligarmukti

Debit mata air yang berlimpah merupakan sebuah keuntungan (*opportunity*) bagi Desa Ligarmukti. Namun, pemanfaatan mata air oleh masyarakat Desa Ligarmukti belum terkelola dengan baik karena masih bersifat parsial. Pengelolaan yang ada saat ini masih terkesan apa adanya, yakni masyarakat (baik secara individu maupun berkelompok, misalnya satu RT) dapat mengambil sumber air dari mata air terdekat tanpa ada sistem yang jelas sehingga banyak dijumpai dalam satu mata air terdapat beberapa pipa *intake* dengan diameter yang berbeda (seperti ditunjukkan pada Gambar 6.12 pada mata air Cinyucruk). Hal ini merupakan tantangan (*challenge*) sekaligus kelemahan yang ada di Desa Ligarmukti (*weakness*).



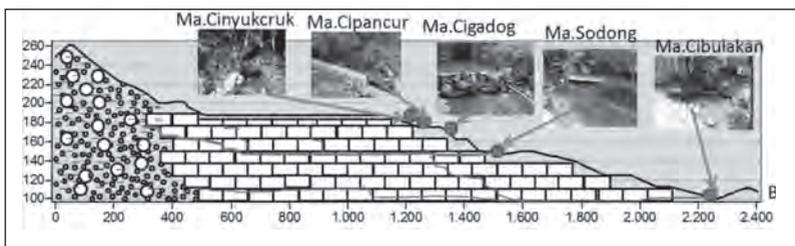
Ket.: Survei lapangan (2017)

**Gambar 6.12** Pola Pengambilan Air di Mata Air yang Masih Konvensional

## E. Sistem Distribusi Air Bersih di Desa Ligarmukti

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2005 tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum Pasal 1 Ayat (6) dan (7), sistem penyediaan air minum (SPAM) merupakan satu kesatuan sistem fisik (teknik) dan nonfisik dari prasarana dan sarana air minum. Sementara itu, pengembangan SPAM adalah kegiatan yang bertujuan membangun, memperluas, dan/atau meningkatkan sistem fisik (teknik) dan nonfisik (kelembagaan, manajemen, keuangan, peran serta masyarakat, dan hukum) dalam kesatuan yang utuh untuk melaksanakan penyediaan air minum kepada masyarakat menuju keadaan yang lebih baik. Sistem distribusi air di Desa Ligarmukti umumnya masih bersifat konvensional, yaitu menggunakan pipa paralon yang menghubungkan sumber air (mata air) dengan rumah tangga secara langsung ataupun bersifat kelompok (Gambar 6.12).

Infrastruktur dari mata air yang satu dengan mata air yang lain tidak terintegrasi. Hal ini berpotensi menimbulkan konflik apabila perkembangan penduduk (di setiap RT) tidak sebanding dengan ketersediaan air (debit mata air) yang melayani RT-RT tersebut. Oleh karena itu, perlu dibangun infrastruktur yang terintegrasi dan bersifat fleksibel untuk melayani kebutuhan penduduk dan mengantisipasi perkembangan serta pertumbuhan penduduk dan aktivitasnya di Desa Ligarmukti. Mata air terletak di daerah tekuk lereng dengan ketinggian yang bervariasi, yaitu 115–175 mdpl (Gambar 6.13). Posisi mata air Cinyukcruk, Cipancur, Sodong, dan Cigadog berada di atas



Sumber: Maria, Marganingrum, Purwoarminta, dan Lubis (2017)

**Gambar 6.13** Penampang Melintang Mata Air Desa Ligarmukti

perbukitan dan memiliki perbedaan tinggi yang bervariasi dengan permukiman penduduk. Kondisi ini memerlukan langkah strategis untuk memudahkan jalur distribusi air dari mata air menuju sumur penduduk.

Mata air di Desa Ligarmukti memiliki karakteristik yang beragam. Pengamatan karakteristik mata air dilakukan berdasarkan analisis potensi mata air (kualitas, kuantitas, dan kontinuitas mata air). Analisis kuantitas meliputi debit mata air, kontinuitas ketersediaan air, sistem pengaliran, dan jarak menuju rumah penduduk. Sementara itu, analisis kualitas mata air meliputi analisis konsentrasi bakteri *coli*. Karakteristik tiap mata air menjadi dasar penentuan jaringan air bersih yang akan menjadi pendukung ketersediaan sumber daya air (Tabel 6.7).

## F. Sistem Distribusi dan Optimalisasi Penyediaan Air Bersih

Sistem distribusi penyediaan air bersih di Desa Ligarmukti akan dilakukan secara interkoneksi antar-mata air. Pembangunan tam-

**Tabel 6.7** Kondisi dan Karakteristik Mata Air Desa Ligarmukti

Mata Air	Kontinuitas Ketersediaan Air	Sistem Pengaliran	Jarak ke layanan (km)
Cinyukcruk	Sepanjang tahun, berkurang bila musim kemarau	(Gabungan gravitasi dan pemompaan)	0,25
Cipancur	Sepanjang tahun, berkurang bila musim kemarau	(Gabungan gravitasi dan pemompaan)	0,25
Cigadog	Sepanjang tahun, berkurang bila musim kemarau	(Gabungan gravitasi dan pemompaan)	0,5
Sodong	Sepanjang tahun, tidak mengalami fluktuasi signifikan	(Gabungan gravitasi dan pemompaan )	0,1
Cibulakan	Sepanjang tahun, berkurang bila musim kemarau	(Gabungan gravitasi dan pemompaan )	0,1

Sumber: Maria dkk. (2017)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

pungan air (reservoir) dilakukan di setiap lokasi mata air, tetapi antar-reservoir tersebut saling terhubung (sistem gravitasi dan/atau pemompaan) untuk dapat menerima dan menyuplai air. Dengan demikian, diharapkan pola pengelolaan yang dilakukan masih tetap terpadu dalam satu lingkungan Desa Ligarmukti. Hal ini dilakukan mengingat ada satu mata air yang melayani beberapa RT lintas dusun. Dengan sistem seperti ini, kerukunan warga akan tetap terjaga karena mereka dapat menikmati sumber air secara bersama-sama meskipun lokasi berbeda.

Optimalisasi sistem penyediaan air bersih dilakukan dengan membangun bak penampungan sementara/reservoir yang bertujuan mendapatkan tambahan debit sehingga dapat melayani seluruh cakupan wilayah RT, baik di musim hujan maupun musim kemarau. Dalam pemilihan lokasi bak penampungan sementara, diperlukan kriteria-kriteria pemilihan sebagai acuan untuk memperoleh hasil yang diharapkan. Perhitungan bobot kriteria dilakukan dengan

**Tabel 6.8** Parameter Penilaian Jaringan air Bersih

No	Kriteria	Parameter	Nilai
1	Debit air	Berdasarkan nilai debit	per satu juta liter per hari
2	Kontinuitas ketersediaan air	Mengalir sepanjang tahun, tidak mengalami fluktuasi signifikan.	3
		Mengalir sepanjang tahun, berkurang bila musim kemarau.	2
		Tidak mengalir/kadang surut bila musim kemarau.	1
3	Kualitas air	Konsentrasi bakteri <i>coli</i> 0–100 (per 100 ml)	2
		Konsentrasi bakteri <i>coli</i> >100–460 (per 100 ml)	1
4	Sistem pengaliran air	Gravitasi	3
		Gabungan gravitasi dan pemompaan	2
		Pemompaan	1
5	Jarak mata air ke layanan	Berdasarkan nilai jarak mata air	per km

Sumber: Maria dkk. (2017)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

menggunakan metode *expert system*, seperti Analytical Hierarehy Process (AHP) atau dengan cara perhitungan sederhana (Aditya, 2015). Kriteria dan bobot yang dipakai dalam penelitian ini diambil berdasarkan nilai parameter utama tersebut (Tabel 6.8). Setiap parameter mempunyai kisaran nilai maksimum berdasarkan jumlah parameter tersebut (Tabel 6.8).

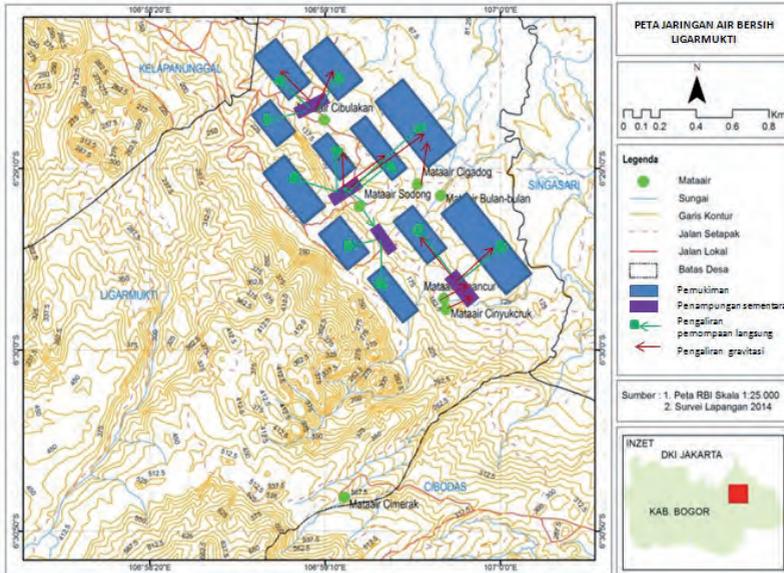
Berdasarkan parameter penilaian jaringan air bersih pada setiap mata air, selanjutnya dilakukan akumulasi nilai total (Tabel 6.9). Hasil akumulasi nilai ini menjadi salah satu pengambil keputusan untuk menentukan mata air utama sumber air bersih.

Rencana pembangunan bak penampungan sementara terletak pada mata air Sodong, gabungan mata air Cinyukcruk-Cipancur, dan mata air Cibulakan (Gambar 6.14). Bak penampungan mata air Sodong dibangun di dua tempat dengan pertimbangan variasi topografi dan jarak layanan, sedangkan bak penampungan pada mata air Cinyukcruk dan Cipancur digabung agar mendapatkan debit maksimal. Pengaturan diameter pipa juga menentukan hasil debit air yang diterima masyarakat. Hal yang paling penting ditekankan adalah pemeliharaan jaringan distribusi air dari berbagai permasalahan yang harus dikelola secara swadaya oleh masyarakat.

**Tabel 6.9** Nilai Karakteristik Mata air

Mata Air	Debit Mata air per satu juta liter per hari	Kontinuitas ketersediaan air	Kualitas air (konsentrasi bakteri <i>coli</i> (per 100 ml)	Sistem Peng- aliran	Jarak menuju layanan (km)	Total nilai
Bobot (w)	0,3	0,1	0,2	0,15	0,15	
Cinyukcruk	1,3	2	1	2	0,25	1,3
Cipancur	1,7	2	1	2	0,25	1,5
Cigadog	4,5	2	1	2	0,5	2,3
Sodong	30,2	3	1	3	0,1	10,3
Cibulakan	4,9	2	1	2	0,1	2,5

Sumber: Maria, Marganingrum, & Lubis (2017)



Sumber: Maria dkk. (2017)

**Gambar 6.14** Peta Jaringan Air Bersih Desa Ligarmukti, Kecamatan Klapanunggal

### G. Alternatif Teknologi Pengolahan Air Bersih Sederhana Daerah Karst

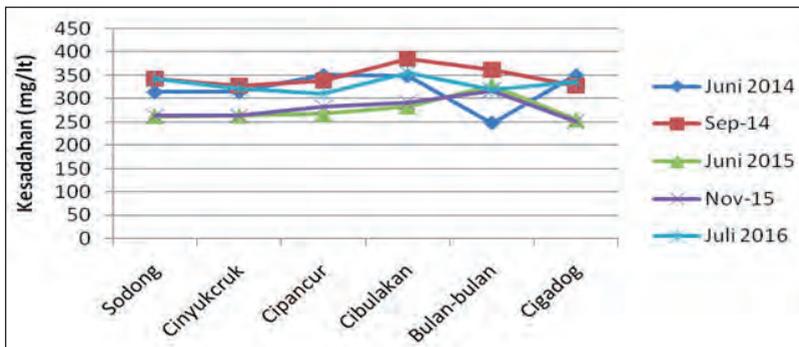
Daerah karst memiliki karakteristik air tanah sadah yang mengandung kapur tinggi. Untuk mengolah air sadah, biasanya masyarakat melakukan pemanasan agar garam sadahnya dapat mengendap dalam bentuk kerak di bagian bawahnya. Air kapur dapat menyebabkan beberapa masalah, misalnya dalam penggunaan di rumah tangga dan industri. Penggunaan dalam rumah tangga mengakibatkan konsumsi sabun lebih banyak. Hal ini terjadi karena salah satu bagian molekul sabun diikat oleh unsur Ca. Sementara itu, penggunaan air kapur untuk industri dapat menyebabkan kerak pada dinding peralatan sistem pemanasan sehingga dapat menimbulkan kerusakan pada peralatan industri dan menghambat proses pemanasan. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), air yang kesadahnya tinggi dapat menimbulkan dampak terhadap kesehatan, yaitu dapat menyebabkan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

penyumbatan pembuluh darah jantung (*cardiovascular disease*) dan batu ginjal (*urolithiasis*) (Said, 2008).

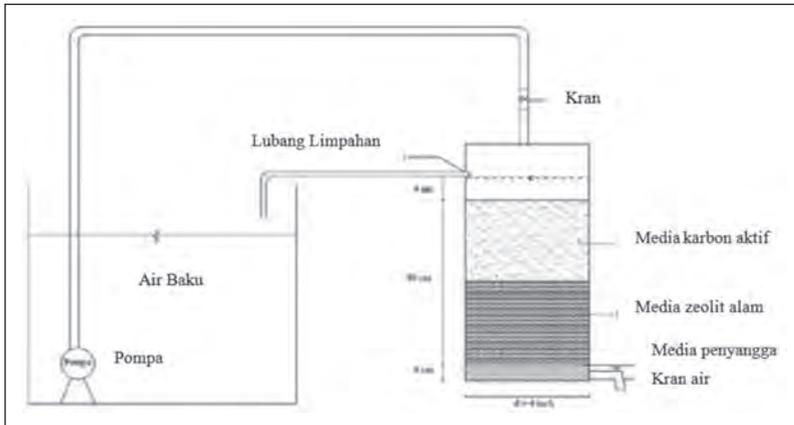
Hasil pemeriksaan terhadap kesadahan contoh air tanah yang berasal dari mata air tanah di Desa Ligarmukti adalah sebanyak 247–385 mg/L yang dapat dilihat pada Gambar 6.15. Kesadahan air sumur di daerah ini masih di bawah ambang batas baku mutu yang diperbolehkan. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum, kadar maksimum kesadahan adalah 500 mg/L. Namun, warga Desa Ligarmukti mengeluh banyak endapan/kerak yang tertinggal pada panci setelah memanaskan air.

Berdasarkan uraian tersebut, dilakukan upaya peningkatan kualitas air tanah yang mengandung zat kapur menjadi air bersih. Salah satu metode yang banyak digunakan untuk air bersih yang layak konsumsi adalah proses filtrasi (penyaringan) (Gambar 6.16). Media filter yang biasa digunakan adalah pasir, kerikil, ijuk, karbon aktif, dan zeolit. Menurut Dinora dan Purnomo (2013), penurunan kandungan zat kapur dilakukan dengan menggunakan filter dengan media zeolit alam dan karbon aktif. Zeolit memiliki muatan negatif yang mampu mengikat kation-kation dalam air, seperti Ca, Mg, Fe, dan Al, yang umumnya terdapat pada air tanah. Sementara itu, karbon aktif dapat digunakan untuk menghilangkan kandungan zat organik, polutan



Sumber: Maria dkk. (2017)

**Gambar 6.15** Konsentrasi Kesadahan Desa Ligarmukti



Sumber: Dinora dan Purnomo (2013)

**Gambar 6.16** Desain Alat Filter/Penyaring Zat Kapur Sederhana

mikro, dan dapat menjernihkan air karena memiliki permukaan yang sangat luas (Ristiana, Astuti, & Kurniawan, 2010).

Bahan-bahan yang diperlukan untuk menyaring zat kapur mudah diperoleh, tidak rumit, dan mudah diterapkan. Alat penyaring zat kapur sederhana ini dapat ditempatkan secara komunal pada bak penampungan sederhana/reservoir. Proses pengolahan ini memerlukan partisipasi dan swadaya masyarakat untuk pengoperasian dan pemeliharaan dengan sistem koordinasi dari setiap warga.

#### **H. Biaya Konstruksi, Pengoperasian, dan Pemeliharaan**

Dalam pembangunan infrastruktur sumber daya air, diperlukan biaya untuk sarana perpipaan, pengoperasian, dan pemeliharaan. Ketersediaan biaya pengoperasian dan pemeliharaan merupakan faktor penting dalam menjamin keberlanjutan sistem penyediaan air bersih di Desa Ligarmukti. Biaya ini berasal dari pembayaran pemakaian air atau bentuk partisipasi lainnya. Biaya konstruksi, pengoperasian, dan pemeliharaan yang telah berjalan adalah Rp5.000 per bulan. Namun, baru RT 05 yang mengorganisasi biaya ini. Kontribusi finansial dari masyarakat Ligarmukti terhadap pembangunan air bersih masih relatif

Buku ini tidak diperjualbelikan.

kecil, bahkan untuk pembayaran pemakaian air meskipun tarif air yang ditetapkan relatif murah. Ketiadaan meteran air menyebabkan pemakaian air tidak terukur.

## Daftar Pustaka

- Acworth, R. I. (2001). *Electrical methods in groundwater studies, Short Course Note*. Sydney, Australia: School of Civil and Environmental Engineering, University of New South Wales.
- Aditya, N. (2015). Pemilihan lokasi sumber mata air untuk pembangunan jaringan air bersih pedesaan dengan menggunakan metode topsis. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil V Tahun 2015*.
- Alihar, F., Marganingrum, D., Lubis, R. F., Maria, R., Purwoarminta, A., Soetopo, T., ... Pradipta, L. (2017). *Pengujian model kelembagaan sosial pengelolaan air bersih berbasis masyarakat di daerah karst*. Laporan Akhir Kegiatan Penelitian Labsos Kedeputian IPSK LIPI. Jakarta: Kedeputian IPSK LIPI.
- Asdak. (2002). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press.
- Badan Pusat Statistik. (2017). *Klapanunggal dalam Angka 2017*. Bogor: Badan Pusat Statistik.
- Dinora, G. Q., & Purnomo, A. (2013). Penurunan kandungan zat kapur dalam air tanah dengan menggunakan media zeolit alam dan karbon aktif menjadi air bersih. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(2). DOI: 10.12962/j23373539. v2i2.4408.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum. (1998). *Petunjuk teknis perencanaan, pelaksanaan, pengawasan, pembangunan, dan pengelolaan sistem penyediaan air minum pedesaan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Cipta Karya.
- Effendi, A. C. (1974). *Peta Geologi Lembar Bogor, Jawa Barat, Skala 1 : 100.000*. Bandung: Direktorat Geologi, Departemen Pertambangan.
- Haryono. (2004). *Hidup bersahabat dengan kawasan karst*. Yogyakarta: Forum Karst Goenoeng Sewoe.
- Hartana, P., Setiawan, B., Fatoni, Z., & Hidayati, I. (2014). *Pengembangan baseline data Laboratorium Sosial IPSK-LIPI di Desa Ligarmukti, Kecamatan Klapanunggal, Kabupaten Bogor*. Jakarta: Pusat Penelitian Kependudukan LIPI.

- Kodoatie, R.J., & Sjarief, R. (2010). *Tata ruang air*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Lindsley, R. K. & Franzini, J. B. (1991). *Teknik sumber daya air*. Jakarta: Erlangga.
- Maria, R., Marganingrum, D., Purwoarminta, A., & Lubis, R. F. (2017). Penentuan jaringan air bersih dari mata air untuk mendukung ketahanan air daerah karst Ligarmukti, Kecamatan Klapanunggal, Kabupaten Bogor. *Prosiding Seminar Nasional Geomatika 2017*, 2, 89–98.
- Maria, R., Marganingrum, D., & Lubis, F. R. (2016). Ketersediaan sumber daya air untuk mendukung ketahanan air desa daerah karst Ligarmukti. Dalam *Prosiding Pemaparan Hasil Penelitian Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI Tahun 2016*, 87–96.
- Ristiana, N., Astuti, D., & Kurniawan, T. (2010). Keefektifan ketebalan kombinasi zeolit dengan arang aktif dalam menurunkan kadar kesadahan air sumur di Karangtengah Weru, Kabupaten Sukoharjo, *Jurnal Kesehatan*, 2(1), Juni 2009, 91–102.
- Said, N. I. (2008). *Teknologi pengelolaan air minum “teori dan pengalaman praktis.”* Jakarta: PTL-BPPT.
- van Zuidam, R. A. & van Zuidam-Cancelado, F.I. (1985). Terrain analysis and classification using aerial photographs: A geomorphological approach. *ITC Textbook of Photo-interpretation 7*. Enschede, Belanda: International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC).
- Vrba, J. Z. A. (1994). Guidebook on mapping groundwater vulnerability. *International Association of Hydrogeologist 16*. Hannover: Verlag Heinz Heise.
- Zuidam, R. A. (1979). Guide to morphology aerial topographic interpretation and mapping. *ITC Textbook of photo Interpretation VII*. International Insitute for Aerial Survey and Earth Science, Netherlands, 230.



## BAB VII

# Perspektif *Soft System* dalam Model Cowarmoka

*Fadjri Alihar*

Tujuan utama bab ini adalah mencoba mengkaji sejauh mana pengelolaan air bersih dalam perspektif *soft system* mampu memberikan pemahaman kepada masyarakat mengenai pengelolaan yang berkelanjutan berdasarkan aspek demografi, konservasi, dan norma-norma yang berlaku.

### **A. Aspek Sosial Pengelolaan Cowarmoka**

Sesuai dengan fungsinya, ada dua unsur penting dalam pengelolaan air bersih, yaitu unsur teknik dan unsur sosial. Unsur-unsur teknik, sebagaimana telah dikemukakan, merupakan *hard system* yang di dalamnya terdapat berbagai pengukuran sumber daya air, baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Dalam perspektif *hard system* juga dicoba menelaah berbagai model pengelolaan air bersih yang dibuat sebelumnya.

Sementara itu, dalam unsur-unsur sosial yang dikenal sebagai *soft system*, akan dilihat berbagai fenomena sosial kemasyarakatan yang

Buku ini tidak diperjualbelikan.

berpengaruh terhadap pengelolaan air bersih. Masyarakat, dilihat dari segi perspektif sosial, menjadi unsur penting bagi terciptanya sebuah harmoni yang mendukung terselenggaranya pengelolaan air bersih berkelanjutan. Hal ini tentunya membutuhkan sebuah kesadaran dari masyarakat itu sendiri untuk selalu menjaga lingkungan, terutama sumber daya air.

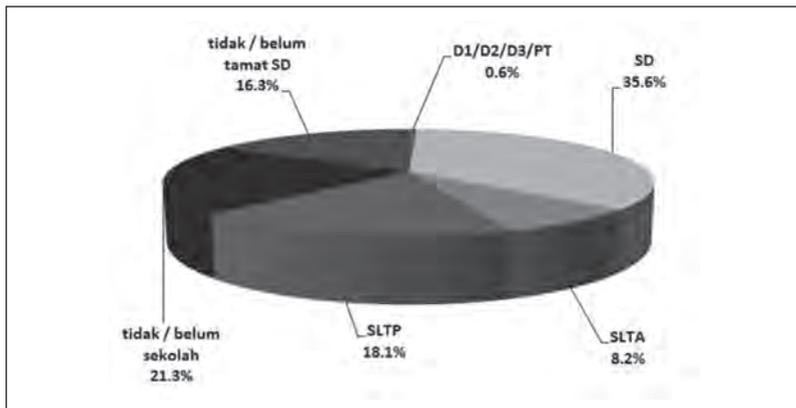
Dalam perspektif *soft system* juga akan dilihat berbagai unsur yang berpengaruh terhadap sumber daya alam yang menjadi pendukung keberadaan sumber daya air. Hal ini mengingat sumber daya air berlokasi di Desa Ligarmukti, yang merupakan daerah karst yang kaya akan batu kapur dan saat ini banyak dieksploitasi secara besar-besaran untuk kepentingan pabrik semen. Sementara itu, masyarakat desa tersebut juga tidak ketinggalan untuk seakan-akan berlomba menguras sumber daya alam tanpa memperhitungkan dampak lingkungan. Saat ini, terlihat banyak di antara kelompok masyarakat yang menjual batu kapur ke luar Desa Ligarmukti. Jika dibiarkan terus berlangsung tanpa ada yang mengontrol, kegiatan tersebut akan menjadi ancaman yang sangat serius bagi keberlangsungan sumber daya air di Desa Ligarmukti.

Bagian ini sebenarnya mencoba memberikan gambaran seberapa jauh masyarakat Desa Ligarmukti mengetahui dan menyadari tentang berbagai potensi sumber daya alam yang ada di daerahnya berikut berbagai potensi ancaman yang muncul. Tinjauan konsep Integrated Water Resources Management (IWRM) dari perspektif *soft system* pengelolaan air bersih di daerah karst akan dikaji berdasarkan: pertama, tinjauan tentang aspek demografi; kedua, kesadaran dan kepedulian masyarakat akan pentingnya pengelolaan air bersih dan konservasi sumber daya air; ketiga, kesadaran akan bahaya terhadap sumber daya air; keempat, kemampuan masyarakat untuk melakukan perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi dalam pengelolaan air bersih; serta kelima, norma-norma yang berlaku di masyarakat dalam pemanfaatan air bersih.

## B. Tinjauan Perspektif Demografi

Ditinjau dari segi demografi, diketahui bahwa jumlah penduduk Desa Ligarmukti pada 2015 tercatat sebesar 2.975 jiwa, yang terdiri atas 1.529 laki-laki dan 1.446 perempuan (Anonim, 2015). Menurut hasil survei, diketahui bahwa tingkat pendidikan masyarakat Desa Ligarmukti cukup rendah. Hal ini terlihat jelas karena sebagian besar masyarakat desa tersebut adalah lulusan sekolah dasar (35,6%). Bahkan, masyarakat yang tidak atau belum sekolah ternyata jumlahnya sangat signifikan (21,3%). Sementara itu, jumlah masyarakat yang berpendidikan sekolah lanjutan tingkat atas (SLTA) relatif kecil (8,2%), apalagi yang berpendidikan akademi/universitas, kurang dari 1% (Gambar 7.1).

Rendahnya tingkat pendidikan masyarakat Desa Ligarmukti merupakan fenomena yang sangat menarik untuk dikaji. Hal ini mengingat desa tersebut bukan merupakan daerah yang terisolasi karena dapat ditempuh hanya setengah jam dari kawasan metropolitan Cibubur. Secara *de facto*, di Desa Ligarmukti hanya terdapat sebuah sekolah dasar. Namun, hal tersebut bukan alasan bagi masyarakat untuk tidak melanjutkan pendidikan ke tingkat



Gambar 7.1 Tingkat Pendidikan Masyarakat Desa Ligarmukti

yang lebih tinggi karena daerah di sekitarnya menyediakan sarana pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi, seperti sekolah menengah pertama dan sekolah menengah atas. Besar kemungkinan banyak di antara anak-anak di Desa Ligarmukti lebih banyak ke luar mencari pekerjaan karena besarnya impitan ekonomi (Todaro, 1976).

Tingkat pendidikan dan status sosial ekonomi masyarakat sering kali memengaruhi kepedulian mereka terhadap persoalan-persoalan lingkungan. Namun, data yang paling menarik ketika dilakukan *focus group discussion* (FGD) menunjukkan bahwa saat ini banyak di antara kelompok pemuda Desa Ligarmukti yang enggan menjadi petani. Kebanyakan di antara mereka ingin bekerja di pabrik atau perusahaan walaupun hanya sebagai buruh. Daya tarik kota sering mengakibatkan para pemuda desa secara sengaja menghilangkan peluang masa depannya yang ada di desa (Todaro, 1976).

Sementara itu, terlihat juga bahwa masyarakat Desa Ligarmukti tidak terlalu tertarik pada sektor perdagangan dan pariwisata. Walaupun sudah ditetapkan sebagai salah satu desa wisata di Jawa Barat, ternyata kehidupan masyarakatnya masih stagnan dan belum banyak terbantu. Padahal, dengan adanya pencaanangan “desa wisata”, seharusnya hal itu dapat menimbulkan “*multiplier effect*” dan masyarakat dapat memperoleh pendapatan dari kegiatan pariwisata, yang selanjutnya dapat memperbaiki perekonomian mereka.

Jika ditinjau dari segi mata pencaharian, terlihat bahwa sebagian besar penduduk Desa Ligarmukti bekerja sebagai petani sawah dan kebun, baik sebagai pemilik sawah/kebun maupun sebagai penggarap (buruh tani) serta sebagian lagi adalah peternak. Namun, hasil survei dan FGD menunjukkan bahwa telah terjadi urbanisasi di Desa Ligarmukti. Kecenderungan inilah yang menyebabkan banyak persawahan di Desa Ligarmukti menjadi terbengkalai. Padahal, dari segi potensi, persawahan tersebut memberikan prospek yang sangat menjanjikan seandainya dikerjakan oleh para pemuda Desa Ligarmukti (Alihar dkk., 2017).

### **C. Kesadaran dan Kepedulian Masyarakat terhadap Pentingnya Pengelolaan Air Bersih dan Konservasi Sumber Daya Air**

Walaupun pengetahuan masyarakat Desa Ligarmukti terbatas, mereka sangat menyadari arti penting pengelolaan air bersih sekaligus konservasi sumber daya airnya. Hal ini mengingatkan banyak di antara kelompok masyarakat mulai menyadari bahwa pada suatu saat sumber mata air yang ada di Desa Ligarmukti akan berkurang, bahkan kering sama sekali. Banyak di antara warga masyarakat Desa Ligarmukti yang mengatakan bahwa air boleh saja berhenti mengalir, tetapi jangan sampai tatanan persaudaraan di antara warga desa rusak. Pernyataan kelompok masyarakat tersebut sangat menarik karena secara tersirat mereka lebih mementingkan menjalin tali persaudaraan daripada ribut mempersoalkan keberlangsungan sumber daya air. Beberapa observasi menunjukkan bahwa kepedulian masyarakat terhadap pengelolaan sumber daya air masih rendah. Ada kesan bahwa mereka menganggap sumber daya air tersebut sudah ada yang mengurus.

Namun, dari beberapa wawancara mendalam, banyak di antara warga Desa Ligarmukti yang mengatakan saat ini bayang-bayang konflik penggunaan air sudah mulai terasa. Pertama, pengambilan air dengan menggunakan pipa berbagai ukuran. Fenomena ukuran pipa tersebut menggambarkan siapa yang kuat (kaya), merekalah yang memperoleh air yang lebih banyak. Sementara itu, pada sisi lain, ada kelompok masyarakat yang memperoleh air kurang memadai karena pipa yang digunakan berukuran kecil. Fenomena yang terlihat dari pengambilan air pada salah satu sumber mata air tersebut seperti “hukum rimba”, yaitu “siapa yang kuat, dia yang dapat”. Pada 2017, kondisi sumber mata air tersebut menurun drastis. Dalam kondisi itu, dapat kita ketahui dengan mudah bahwa yang diuntungkan adalah orang-orang yang memiliki kemampuan menggunakan pipa yang besar untuk mengalirkan air ke tempat tinggalnya.

Sementara itu, ada beberapa kawasan (rukun tetangga/RT) di Desa Ligarmukti yang mengalami fluktuasi sumber daya air karena

beberapa sebab, antara lain karena musim kemarau, sumber mata air yang kecil, dan persoalan pompa air. Musim kemarau berpengaruh sekali terhadap fluktuasi beberapa sumber mata air, terutama yang berskala kecil. Salah satu sumber mata air yang terus mengalami kekurangan air adalah mata air Cimerak. Selain pengaruh musim, penyusutan air di mata air Cimerak terjadi karena sumber mata airnya kecil dan dipakai oleh banyak rumah tangga.

Jika memperhatikan kondisi tersebut, dalam beberapa kali kegiatan FGD, ternyata hampir seluruh masyarakat Desa Ligarmukti mendukung pembentukan kelembagaan pengelolaan air bersih. Semua ini dimaksudkan agar seluruh masyarakat Desa Ligarmukti dapat menikmati air bersih secara merata. Walaupun semula mereka menginginkan bentuk pengelolaannya sendiri-sendiri sesuai dengan lokasi mata air, berhubung penyebaran sumber mata airnya tidak merata, akhirnya mereka setuju pengelolaannya dilakukan secara terpadu pada tingkat desa.

Pernyataan masyarakat tersebut ternyata sesuai dengan data hasil survei di lapangan, yang menunjukkan bahwa sebagian besar masyarakat menginginkan adanya sebuah badan yang mengelola air bersih di Desa Ligarmukti (81%). Data tersebut memperlihatkan bahwa masyarakat menyadari bahwa mereka tidak mampu mengelola sendiri sumber daya air yang ada di Desa Ligarmukti secara mandiri. Walaupun secara struktural mereka tidak mampu, hampir semua kelompok masyarakat (98%) berharap dilibatkan dalam proses pembentukan badan pengelolaan air bersih tersebut sejak awal hingga akhir. Mereka juga menuntut adanya keterwakilan masyarakat di dalam kelembagaan pengelolaan air bersih yang nantinya akan dibentuk. Keterwakilan tersebut dimaksudkan agar masyarakat mempunyai fungsi dan peran dalam manajemen pengelolaan. Namun, yang lebih penting adalah masuknya beberapa anggota masyarakat dalam kelembagaan pengelolaan air bersih yang diharapkan dapat menimbulkan rasa memiliki dalam diri mereka.

Berdasarkan informasi dari Kepala Desa Ligarmukti, kebijakan penerapan kelembagaan pengelola air bersih di Desa Ligarmukti harus berada di bawah badan usaha milik desa (BUMDes) dan menginduk pada badan pengelola sarana (BPS) tertentu yang terbentuk di Desa Ligarmukti. Oleh karena itu, hasil FGD menyepakati dibentuknya BPS Air Bersih yang akan menaungi pelaksanaan sistem pengelolaan air bersih di Desa Ligarmukti.

Desa Ligarmukti terdiri atas tiga dusun (Gambar 7.2), yang tiap dusun terdiri atas beberapa rukun tetangga (RT). Setiap RT dalam satu dusun tidak dalam satu rukun warga (RW) yang sama. Sementara itu, tujuh mata air utama di Desa Ligarmukti menyebar di tiga dusun dalam porsi yang tidak merata (Gambar 4.1). Oleh karena itu, sistem atau bentuk pengelolaan air bersih yang cocok diterapkan di Desa Ligarmukti adalah dalam satu desa (skala daerah aliran sungai [DAS] atau level komunitas).

Pertimbangan yang digunakan adalah untuk menghindari adanya konflik terhadap kepemilikan mata air dari setiap dusun atau RT



Foto: Anonim (2015)

**Gambar 7.2** Sketsa Tiga Dusun di Desa Ligarmukti

sehingga distribusi air bersih dapat dilakukan lebih merata untuk seluruh masyarakat Desa Ligarmukti.

Desa Ligarmukti sudah memiliki contoh pengelolaan air bersih oleh warga, yaitu di wilayah Ciherang. Iuran per bulan yang dikenakan adalah sebesar Rp5.000 per keluarga. Sistem pengelolaan dan operasional pemeliharaan dilakukan secara spontanitas oleh warga pengguna air. Sementara itu, upah untuk pendistribusian dan pengelolaan bersifat ala kadarnya (sosial). Sistem ini menjadi contoh dalam pembentukan kelembagaan pengelolaan air bersih di Desa Ligarmukti. Hasil FGD menyatakan bahwa berdasarkan adopsi dari model di wilayah Ciherang tersebut, pokok permasalahan yang perlu dipertimbangkan adalah aksesibilitas terhadap sumber daya, baik akses untuk pembiayaan maupun akses pada ketersediaan sumber air bersihnya.

Jika diperhatikan, sebagian besar masyarakat (85%) tidak pernah merasakan kelangkaan air bersih. Walaupun dalam kenyataannya saat ini beberapa debit mata air mulai berkurang, ada kemungkinan mereka masih bisa memanfaatkan sumber daya air lain yang tersebar di Desa Ligarmukti. Sumber mata air yang selalu dimanfaatkan masyarakat adalah mata air Sodong. Walaupun mata air Sodong tersebut mengalami penurunan debit, volume airnya jauh lebih besar daripada sumber mata air lainnya.

Berdasarkan data kelangkaan air bersih tersebut, tampak bahwa pengetahuan masyarakat tentang sumber daya air bersih masih rendah. Oleh sebab itu, pengetahuan masyarakat tentang konservasi yang berkaitan dengan sumber daya air juga masih terbatas. Hal ini terjadi karena kualitas sebagian besar penduduknya masih rendah, terutama jika ditinjau dari pendidikan. Hal ini terlihat dari hasil survei yang menunjukkan bahwa kebanyakan masyarakat desa tersebut berpendidikan paling tinggi tingkat sekolah dasar (SD). Data itu memperlihatkan literasi masyarakat yang sangat rendah. Warga yang pernah belajar di perguruan tinggi kemungkinan jumlahnya hanya dua orang. Rendahnya tingkat pendidikan masyarakat tersebut

berdampak pada pengetahuan masyarakat tentang pentingnya arti konservasi sumber daya air. Ada kecenderungan bahwa masyarakat berpendidikan rendah kurang memahami arti penting air bagi kehidupan sehingga mereka tidak memahami cara-cara untuk menjaga keberlangsungan sumber daya air yang ada di desanya.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pendidikan mempunyai peran yang sangat penting dalam memengaruhi berbagai pola dan perilaku masyarakat dalam pengelolaan air bersih. Pendidikan tentunya sangat berperan dalam membentuk watak (pengetahuan) masyarakat dalam memahami arti penting sumber daya air. Dengan adanya pengetahuan masyarakat, diharapkan timbul rasa kepedulian yang selanjutnya berpengaruh terhadap persepsi dan tanggapan masyarakat tentang air.

Walaupun kualitas sumber daya manusia (masyarakat) Desa Ligarmukti rendah, mereka mempunyai kearifan lokal dalam menjaga sumber daya airnya. Banyak di antara kelompok masyarakat menyadari dan mengetahui bahwa suatu saat sumber daya air yang ada di Desa Ligarmukti bisa mengalami kekeringan jika kelestariannya tidak dijaga. Keberadaan air tersebut perlu dijaga, terutama melalui kegiatan konservasi ataupun reboisasi agar dapat dinikmati oleh generasi yang akan datang.

Salah satu kearifan lokal yang tumbuh dan berkembang di dalam masyarakat Desa Ligarmukti adalah adanya larangan kegiatan bercocok tanam di atas ataupun di hulu sumber mata air. Secara ilmiah, dapat dikaji dan dibuktikan bahwa kegiatan bercocok tanam tersebut dapat mengancam keberlangsungan sumber daya air. Ini mengingat kegiatan itu dapat menimbulkan sedimentasi yang dapat mengganggu fluktuasi sumber daya air. Selain itu, adanya pemakaian pupuk kimia dalam bercocok tanam dapat memengaruhi kualitas air.

Seyogianya berbagai kearifan lokal yang tumbuh dan berkembang dalam masyarakat Desa Ligarmukti secara turun-temurun direspons oleh pemerintah, khususnya pemerintah daerah. Kebiasaan masyarakat

menanam pohon seharusnya dapat difasilitasi oleh pemerintah dengan menyediakan bibitnya. Pemerintah juga dapat membantu menertibkan berbagai kegiatan pertambangan liar yang saat ini marak terjadi di Desa Ligarmukti. Semua itu tentunya berkaitan dengan upaya melestarikan sumber daya air yang ada di desa tersebut.

#### **D. Kesadaran akan Bahaya atau Ancaman Sumber Daya Air**

Banyak sekali ancaman terhadap keberlangsungan sumber daya air di Desa Ligarmukti, baik dari dalam maupun dari luar. Ancaman tersebut dapat berupa fisik ataupun sosial. Masyarakat Desa Ligarmukti sangat menyadari adanya ancaman terhadap sumber daya air yang mereka miliki, terutama yang datang dari luar. Sementara itu, ancaman yang tidak kalah penting juga berasal dari dalam Desa Ligarmukti, yaitu masyarakatnya sendiri. Beberapa ancaman tersebut merupakan gambaran terhadap adanya berbagai kepentingan terhadap sumber daya alam yang ada di Desa Ligarmukti.

Pada dasarnya, potensi sumber daya air terbagi dua, yakni yang berkaitan dengan ketersediaan air (*water supply*) dan yang berkaitan dengan permintaan air (*water demand*). Ketersediaan air berkaitan dengan kuantitas dan kualitas (*kelayakan*). Secara teknis, berbagai sumber mata air yang ada ternyata airnya tidak layak minum karena mengandung kadar kapur yang tinggi serta tercemar bakteri *E. coli*. Seperti diketahui, struktur geologi Desa Ligarmukti merupakan daerah karst atau gunung kapur yang sangat berpengaruh terhadap kualitas air. Sumber daya air yang tersedia baru bisa dikonsumsi jika dimasak terlebih dahulu. Menurut penuturan beberapa warga, setiap air yang dimasak tanpa diolah selalu meninggalkan kerak kapur di dasar tempat pemasakan. Bahkan sebuah alat penjernihan air ternyata belum mampu sama sekali membebaskan air bersih di Desa Ligarmukti dari endapan kapur. Fenomena tersebut kiranya harus menjadi perhatian para pengambil kebijakan untuk mencari solusi agar sumber air bersih di daerah tersebut benar-benar bebas dari kadar kapur yang sangat berbahaya bagi kesehatan.

Gambaran tersebut terlihat dari dalam sumber daya airnya sendiri, yang ternyata memiliki persoalan yang harus diselesaikan sebelum disalurkan kepada masyarakat. Sementara itu, secara fisik, terlihat ancaman yang sangat nyata yang datangnya dari luar. Hal tersebut seperti diketahui, saat ini kondisi gunung kapur di sekitar Desa Ligarmukti sangat kritis karena dieksploitasi secara terus-menerus oleh beberapa perusahaan pabrik semen. Ada dua pabrik semen cukup besar yang beroperasi di Desa Ligarmukti, yakni Holchim dan PT Semen Tiga Roda.

Keberadaan kedua pabrik semen tersebut merupakan ancaman langsung bagi keberlangsungan sumber mata air yang ada di Desa Ligarmukti. Ini mengingatkan gunung-gunung kapur yang berada di sekitar Desa Ligarmukti merupakan *hinterland* dan daerah tangkapan air. Jika gunung-gunung kapur tersebut secara terus-menerus dieksploitasi, kekeringan sumber mata air yang ada di Desa Ligarmukti tinggal menunggu waktu saja. Seyogianya pemerintah desa tidak hanya puas terhadap bantuan berupa *corporate social responsibility* (CSR) dari pabrik semen yang beroperasi, tetapi juga harus dari sekarang memikirkan pembuatan regulasi yang bisa mencegah terjadinya eksploitasi gunung kapur yang ada di sekitar Desa Ligarmukti secara besar-besaran.

Paling tidak, pemerintah Desa Ligarmukti memiliki posisi tawar yang tinggi terhadap pencegahan kerusakan lingkungan akibat kegiatan penambangan batu kapur oleh beberapa perusahaan semen. Pemerintah desa seharusnya tidak hanya menuntut CSR yang jumlahnya tidak sebanding dengan kerusakan lingkungan yang terjadi. Namun, juga menuntut perusahaan semen tersebut untuk memulihkan kembali lingkungan yang rusak akibat aktivitas penambangan batu kapur.

Dalam menghadapi ancaman terhadap keberlangsungan sumber daya air, pemerintah Desa Ligarmukti tidak sanggup sendirian menghadapi korporasi multinasional dalam kegiatan penambangan batu

kapur untuk kepentingan perusahaan semen. Mereka harus mengganggeng Pemerintah Kabupaten dan Kota Bogor untuk bernegosiasi agar beberapa perusahaan semen tersebut tidak semena-mena melakukan kegiatan eksploitasi sumber daya alam. Ini mengingat beberapa gunung kapur saat ini terlihat tidak utuh lagi dan berpotensi mengancam keberlangsungan sumber daya air di Desa Ligarmukti, sedangkan di dalamnya terdapat masyarakat yang sangat membutuhkan air.

Sementara itu, ancaman yang tidak kalah penting datang dari dalam Desa Ligarmukti itu sendiri. Ancaman tersebut bersifat sosial ataupun fisik. Seperti telah dijelaskan sebelumnya, masyarakat Desa Ligarmukti memiliki pendidikan yang rendah (52% berpendidikan paling tinggi SD) dan ini tentunya sangat berpengaruh terhadap pengetahuan mereka tentang pentingnya melestarikan sumber daya air. Pengetahuan masyarakat Desa Ligarmukti tentang sumber daya air sangat beragam, baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Namun, secara umum, pengetahuan masyarakat tentang air sangat rendah, terutama soal kualitas.

Secara kuantitas, sumber daya air di Desa Ligarmukti terlihat sangat melimpah ruah. Hal ini terjadi karena di desa tersebut terdapat 13 sumber mata air yang tidak pernah kering dan selalu mengalir sepanjang tahun. Bahkan, salah satu sumber mata air di Desa Ligarmukti merupakan objek wisata, yaitu mata air Sodong. Namun, dalam kenyataannya, sumber mata air tersebut belum dimanfaatkan secara optimal, baik untuk kepentingan air minum maupun irigasi. Seyogianya sumber daya air tersebut, selain dapat memenuhi kebutuhan masyarakat, juga dapat meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan masyarakat.

Seperti diketahui, sumber daya air merupakan salah satu sumber daya yang sangat penting bagi kehidupan umat manusia. Bahkan, dari sumber daya air lah asal-muasal lahirnya peradaban manusia. Hanya, sumber daya air tersebut banyak yang terbuang

sia-sia karena kurangnya pengetahuan masyarakat dan terbatasnya teknologi masyarakat dalam pengolahannya. Sementara itu, di sisi lain, permintaan masyarakat terhadap air cukup tinggi, terutama air bersih untuk konsumsi rumah tangga. Proporsi masyarakat yang menyatakan sumber mata air tidak pernah mengalami kekeringan cukup besar (85%), sedangkan sisanya dalam jumlah yang relatif kecil pernah mengalami kesulitan dalam mengambil air (15%). Mereka ini umumnya berdomisili jauh dari sumber mata air.

Walaupun proporsi masyarakat yang pernah mengalami kelangkaan air kecil, hal itu bisa menjadi pertanda adanya ancaman kekeringan sumber mata air di Desa Ligarmukti. Ancaman tersebut terutama datang dari berbagai kegiatan masyarakat yang tidak ramah lingkungan, seperti pertambangan dan pembalakan liar. Meningkatnya populasi penduduk juga telah mengakibatkan kebutuhan air makin meningkat.

Dari beberapa pengamatan, terdapat kecenderungan masyarakat yang masa bodoh dengan berbagai kegiatan yang berpotensi merusak sumber daya air yang ada di Desa Ligarmukti. Perilaku tersebut kira-kira berkaitan dengan rendahnya tingkat pendidikan masyarakat yang selanjutnya berdampak pada pengetahuan masyarakat yang cenderung tidak mengetahui kondisi lingkungan di sekelilingnya.

Sementara itu, ada juga sekelompok masyarakat yang menyatakan bahwa debit beberapa sumber mata air di Desa Ligarmukti berkurang setiap tahunnya. Salah satunya adalah mata air Cipancur, dengan kondisi air yang cukup jernih, tetapi volumenya cenderung menurun. Penurunan tersebut kemungkinan berkaitan dengan kondisi lingkungan fisik karena adanya kegiatan penambangan batu kapur. Seperti diketahui, kegiatan pertambangan saat ini marak dilakukan tidak hanya oleh perusahaan semen, tetapi juga masyarakat lokal sendiri.

Berdasarkan beberapa observasi di lapangan, setiap hari terlihat sejumlah kendaraan truk keluar-masuk Desa Ligarmukti untuk mengangkut batu kapur dan tanah galian. Kedua jenis sumber daya alam

tersebut langsung diambil tidak jauh dari beberapa sumber mata air. Batu kapur dan tanah galian tersebut biasanya dijual kepada para pengembang yang berada di luar Desa Ligarmukti. Jika kegiatan tersebut tidak dikendalikan dengan serius, kemungkinan besar suatu saat sumber mata air yang ada di Desa Ligarmukti mengalami degradasi dan masyarakat akan kesulitan mendapatkan air.

Untuk menjaga keberlangsungan berbagai sumber mata air yang ada di Desa Ligarmukti, perlu dilakukan pengawasan yang ketat terhadap berbagai kegiatan pertambangan, baik oleh kelompok masyarakat maupun oleh perusahaan-perusahaan besar, dengan jalan mengeluarkan regulasi yang ketat agar dapat menjaga keseimbangan lingkungan. Kegiatan reboisasi melalui program perhutanan sosial juga merupakan salah satu alternatif yang perlu digalakkan agar keberlangsungan berbagai sumber mata air di Desa Ligarmukti tetap terjaga. Perhutanan sosial merupakan sebuah program pemberdayaan masyarakat untuk menjaga hutan agar tetap lestari dengan melibatkan masyarakat yang ada di dalamnya.

#### **E. Kemampuan Masyarakat untuk Melakukan Perencanaan, Pelaksanaan, dan Evaluasi dalam Pengelolaan Air Bersih**

Sebagai sebuah kebutuhan paling mendasar (*basic needs*), air memiliki peranan yang sangat penting bagi kehidupan masyarakat. Tidak hanya untuk memenuhi kebutuhan masyarakat di perkotaan, air juga memegang peranan penting bagi kehidupan masyarakat di pedesaan. Kondisi air yang melimpah dapat berimbas terhadap kesejahteraan hidup masyarakat. Namun, bertambahnya jumlah populasi dan lingkungan yang mengalami degradasi telah berpengaruh terhadap kondisi air sehingga makin buruk. Padahal, persoalan air tidak hanya dititikberatkan pada persoalan banyaknya jumlah (kuantitas), tetapi juga kualitas. Air yang memiliki kuantitas dan kualitas baik akan menjamin ketersediaan dan ketahanan air (*water security*).

Menurut Zwarteeven, Bellens, dan Gelles. (2011), ketahanan dan ketersediaan air berarti mengacu pada sebuah kesiapan sistem

pada level mikro, menengah (*mezzo*), dan makro untuk memenuhi kebutuhan air pada saat ini dan masa yang akan datang serta tentu saja dapat mengurangi dampak dari kekeringan yang mungkin terjadi. Selanjutnya, ketahanan air juga dapat diterminologikan sebagai suatu keadaan ketika terdapat sumber daya air yang memadai, terdapat skema kebijakan dan kelembagaan yang memadai untuk mengelola sumber daya air serta tentu saja terdapat infrastruktur untuk penyediaan air, pengendalian daya rusak, dan pemulihan kondisi air. Mengingat urgensi dari pengelolaan sumber daya air, diperlukan suatu konstruksi model pengelolaan berbasis masyarakat (*community-based water resources management*) yang dapat mengakomodasi semua kebutuhan masyarakat, bukan hanya untuk level rumah tangga, melainkan juga untuk level yang lebih tinggi, yaitu masyarakat.

Kelembagaan pengelolaan air bersih yang akan dicoba diterapkan di Desa Ligarmukti ini didapat melalui hasil FGD. Pada saat FGD, masyarakat menyebutkan bahwa sebenarnya mereka mempunyai kemauan (*willingness*) yang kuat untuk mengelola sumber daya air secara bersama. Namun, mereka memiliki keterbatasan dan tantangan yang membuat mereka sampai saat ini belum mampu menginisiasi kelembagaan air. Keterbatasan dan tantangan yang dihadapi masyarakat tersebut sebagai berikut.

- a. Masih belum ada sosialisasi dari instansi terkait tentang manfaat dari mengelola air.
- b. Masih terbatasnya kemampuan masyarakat untuk memahami persoalan kelangkaan air; hal ini juga ditandai dengan rendahnya tingkat literasi yang dimiliki masyarakat.
- c. Masih besarnya egosentrisme yang belum terpecahkan di antara pemuka masyarakat.
- d. Belum adanya kesinambungan bantuan fasilitas dari instansi yang berwenang dalam mengelola sumber daya air.
- e. Maraknya sektor lain (*private sector*) yang diduga mengambil air tanpa mengomunikasikannya dengan pemerintah desa setempat.

Semua tantangan ini belum mampu dicarikan solusinya secara swadaya oleh masyarakat. Salah satu faktor penyebab masyarakat tidak berdaya mengelola air bersih adalah tidak adanya pendamping, baik dari segi dana maupun bimbingan teknis. Terlepas dari berbagai kelemahannya, pengelolaan sumber daya air di Desa Ligarmukti dapat dilakukan melalui sebuah badan atau lembaga profesional, yang di dalamnya terdapat tenaga-tenaga profesional yang mengerti tentang manajemen air.

Pada dasarnya, pada tahapan operasional, konsep kelembagaan pengelolaan air bersih terdiri atas dua bagian, yaitu

1. Melakukan identifikasi kondisi *existing* pengelolaan sumber daya air yang sedang berlangsung pada sebuah daerah.
2. Memperhatikan berbagai data tentang karakteristik sosial ekonomi masyarakat serta data kuantitas dan kualitas sumber daya air yang ada.

Ditinjau dari segi kondisi *existing*, kiranya pengelolaan air bersih yang dilakukan masyarakat di Desa Ligarmukti masih sangat sederhana. Hal ini terjadi karena selama ini tidak ada sentuhan dari luar, baik dari segi pengetahuan maupun keterampilan. Akibatnya, pengelolaan air bersih stagnan berjalan di tempat.

Kebanyakan di antara kelompok masyarakat Desa Ligarmukti masih memanfaatkan sumber daya air secara individual dengan jalan mengambil air langsung dari sumber mata airnya. Harus diakui bahwa saat ini terdapat sekelompok masyarakat yang mulai berkolaborasi dalam pengelolaan air bersih meski belum optimal dan profesional. Artinya, badan pengelolaan air bersih yang dibentuk belum terlihat bentuk kelembagaannya seperti apa dan fungsi-fungsinya juga belum diatur secara jelas. Berhubung kelembagaan pengelolaan air bersih menyangkut kepentingan masyarakat banyak, pembentukannya jangan sampai menimbulkan kecurigaan tentang adanya unsur korupsi, kolusi, dan nepotisme (KKN).

Kondisi *existing* lainnya yang harus diperhatikan adalah pemasangan pipa penyaluran air yang tidak beraturan. Terdapat kesan bahwa masyarakat Desa Ligarmukti berlomba-lomba memasang pipa-pipa penyaluran air tanpa ada yang mengatur, baik oleh tokoh masyarakat maupun pemerintah desa. Masyarakat dari golongan yang mampu berusaha membuat pipa sebesar-besarnya agar memperoleh volume air yang lebih besar. Sementara itu, masyarakat dari kalangan yang kurang mampu hanya memasang pipa yang sangat kecil dan kemungkinan mereka tidak akan memperoleh air secara cukup karena sebagian besar air tersedot oleh pipa yang lebih besar. Hal ini terlihat dilakukan oleh masyarakat yang berada di sekitar sumber mata air Cipancur.

Pemasangan pipa yang tidak beraturan tersebut kiranya perlu ditertibkan dengan jalan membuat berbagai peraturan desa. Peraturan itu dibuat bukan dimaksudkan untuk menghambat, melainkan untuk mengatur agar semua warga dapat menikmati air bersih secara merata. Selain itu, regulasi-regulasi yang dibuat bertujuan untuk menghindari konflik di antara sesama masyarakat dalam pengelolaan air bersih. Berbagai kelompok masyarakat harus diajak duduk bersama untuk mendiskusikan berbagai bentuk pengelolaan air bersih pada masa yang akan datang dengan mengakomodasi kelembagaan yang sudah ada dan berkembang selama ini.

Berdasarkan fenomena tersebut, pembentukan kelembagaan pengelolaan air bersih di Desa Ligarmukti tidak akan dapat dilakukan sendiri oleh masyarakat lokal, baik dari segi perencanaan, pelaksanaan, maupun evaluasi. Hal ini mengingat keterbatasan SDM masyarakat lokal dalam pembentukan kelembagaan tersebut, apalagi kelembagaan pada tingkat desa. Selama ini diketahui bahwa masyarakat secara sederhana telah menyalurkan air ke rumah-rumah penduduk yang dikelola oleh rukun tetangga di Ciherang.

Namun, pembentukan kelembagaan pengelolaan air bersih, terutama pada tingkat desa, memerlukan bantuan dari luar, seperti

pemerintah desa, BUMDes, dan PDAM. Masyarakat Desa Ligarmukti, melalui perwakilannya, hanya terlibat dalam manajemen pengelolaan, terutama dalam pengambilan kebijakan. Namun, tidak menutup kemungkinan bahwa salah seorang putra terbaik Desa Ligarmukti menduduki jabatan struktural dalam kelembagaan pengelolaan air bersih yang nantinya akan dibentuk. Pengelolaan air bersih yang nantinya dilakukan masyarakat Desa Ligarmukti kiranya untuk sementara perlu disapih oleh kelembagaan yang telah berpengalaman, seperti PDAM dan BUMDes.

#### **F. Norma-Norma yang Berlaku di Masyarakat dalam Pemanfaatan Air Bersih**

Salah satu aspek sosial yang berpengaruh terhadap perilaku masyarakat dalam pengelolaan air bersih di Desa Ligarmukti adalah norma. Norma tersebut merupakan sebuah pranata sosial yang berkaitan dengan kebiasaan yang dilakukan oleh sekelompok masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Norma tersebut merupakan pedoman bagi masyarakat dalam menjalani kehidupan keseharian. Dalam menjalankan norma tersebut, terdapat berbagai sanksi jika ada di antara kelompok masyarakat yang melanggar walaupun bukan dalam bentuk hukuman yang tegas.

Analisis pengembangan model kelembagaan pengelolaan air bersih berangkat dari berbagai pengamatan dan kajian lapangan bahwa terdapat kecenderungan masyarakat Desa Ligarmukti menggunakan air secara berlebihan. Hal ini terjadi karena di desa tersebut terdapat 13 sumber mata air yang mengalir sepanjang tahun. Kondisi tersebut mengakibatkan terjadinya perubahan perilaku masyarakat dalam memandang air dan bahkan terdapat kecenderungan bahwa mereka tidak peduli terhadap keberlanjutannya.

Terdapat sebuah fenomena yang kontradiktif dalam masyarakat Desa Ligarmukti berkaitan dengan pengelolaan air bersih. Seyogianya masyarakat yang berpendidikan dan memiliki pekerjaan yang layak

lebih memahami pemanfaatan air bersih daripada mereka yang berpendidikan rendah. Namun dalam kenyataannya, mereka yang berpendidikan tinggi lebih boros dalam penggunaan air. Hal ini mengingat banyak di antara mereka yang memiliki tempat tinggal yang besar dan luas serta memiliki kendaraan bermotor lebih dari satu, seperti sepeda motor dan mobil.

Salah satu rumah yang dibangun penduduk pendatang terlihat memanfaatkan air secara berlebihan hanya untuk kolam ikan yang dibangun di sekeliling tempat tinggalnya. Air tersebut sengaja dialirkan dari sumber mata air Cinyukcruk yang kebetulan berada tidak jauh dari rumahnya. Fenomena ini dapat menimbulkan kecemburuan sosial dan jika tidak segera ditangani dapat menimbulkan konflik dengan masyarakat lokal yang notabene bersusah-payah untuk memperoleh air bersih.

Untuk menata pola dan perilaku masyarakat dalam mengelola air bersih, diperlukan kajian dari berbagai pranata sosial yang hidup dan berkembang sebelumnya dalam sebuah komunitas. Pranata sosial



Foto: Dyah Marganingrum (2016)

**Gambar 7.3** Beberapa Pipa Sambungan untuk Menyadap Air (*intake*) dari Mata Air Cinyukcruk.

merupakan aturan, baik yang tertulis maupun tidak tertulis, untuk mengatur berbagai pola dan perilaku masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Berbagai norma yang berkembang dalam masyarakat merupakan sebuah kebiasaan yang disepakati bersama oleh kelompok masyarakat itu sendiri. Salah satunya berkaitan dengan kearifan lokal masyarakat yang biasanya diwariskan secara turun-temurun. Salah satu norma berbentuk kearifan lokal yang ditemui di masyarakat Desa Ligarmukti adalah larangan bagi masyarakat untuk bercocok tanam di atas sumber mata air. Jika dikaitkan dengan kajian ilmiah, kearifan lokal tersebut ternyata saling mendukung karena bercocok tanam di atas sumber mata air dapat menimbulkan pencemaran. Dari beberapa pengamatan, terlihat jarang sekali masyarakat yang bercocok tanam di sekitar sumber air di Desa Ligarmukti. Hal ini membuktikan bahwa secara tidak langsung mereka menyadari arti sebuah konservasi bagi sumber daya alam, khususnya sumber daya air.

Agar lebih mengikat, implementasi berbagai kearifan lokal dituangkan dalam bentuk peraturan tertulis. Peraturan tersebut dapat berbentuk peraturan desa (perdes), yang biasanya dibuat dengan menyerap berbagai aspirasi yang berkembang dalam masyarakat. Peraturan desa tersebut harus memperhatikan kuantitas dan kualitas sumber daya air yang ada di Desa Ligarmukti. Hal ini dimaksudkan



Foto: Dyah Marganingrum (2016)

**Gambar 7.4** Sumber Air Bersih yang Bebas dari Kegiatan Bercocok Tanam

agar peraturan desa yang dibuat, selain bermanfaat bagi pembagian air secara merata, dapat mencegah terjadinya konflik di dalam masyarakat.

Aspek sosial lain yang berpengaruh terhadap pengelolaan air bersih adalah faktor pendidikan. Pendidikan merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap pengetahuan dan perilaku seseorang. Dalam kondisi tertentu, seseorang mengetahui potensi sumber daya air banyak tersedia di daerahnya. Sumber daya air yang melimpah telah mengubah perilaku seseorang, yang menganggap air tersebut bisa digunakan setiap waktu dan untuk semua keperluan. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa pendidikan merupakan faktor yang paling signifikan untuk memengaruhi pengetahuan dan perilaku seseorang. Perubahan pengetahuan dan perilaku tersebut hanya bisa didorong jika sekelompok masyarakat mempunyai keinginan belajar, baik secara formal maupun informal.

Seperti diketahui, data yang diperoleh dari survei menunjukkan bahwa kualitas penduduk Desa Ligarmukti rendah, terutama jika ditinjau dari tingkat pendidikan. Sebagaimana telah dijelaskan, lebih dari separuh penduduk desa tersebut berpendidikan paling tinggi SD dengan jumlah 52% (Gambar 7.1). Data tersebut menunjukkan bahwa literasi masyarakat sangat rendah. Penduduk yang pernah belajar di perguruan tinggi hanya berjumlah dua orang. Rendahnya tingkat pendidikan tersebut berdampak pada pengetahuan dan perilaku masyarakat dalam mengelola air bersih. Terdapat kecenderungan penduduk yang berpendidikan rendah kurang memahami arti penting air dalam kehidupan umat manusia dan biasanya mereka tidak mengetahui keberlangsungan air tersebut dalam jangka panjang.

Dengan demikian, pendidikan mempunyai peran yang sangat penting dalam memengaruhi berbagai pengetahuan dan perilaku masyarakat dalam pengelolaan air bersih. Pendidikan tentunya sangat berperan dalam membentuk watak (pengetahuan) masyarakat dalam memahami arti sumber daya air. Dengan adanya pengetahuan tersebut, diharapkan timbul rasa kepedulian yang selanjutnya berpengaruh

pada persepsi masyarakat tentang air. Oleh karena itu, walaupun masyarakat Desa Ligarmukti berpendidikan rendah, mereka harus diberi pemahaman dari waktu ke waktu bahwa sumber mata air yang ada bisa menjadi kering jika kelestarian lingkungan sekitarnya tidak dijaga.

### **G. SDM dan Pengelolaan Cowarmoka**

Banyak sekali persoalan yang dihadapi dalam pengelolaan *Community Water Resources Management on Karst Area* (Cowarmoka) jika ditinjau dari perspektif *soft system*. Salah satu persoalan yang paling dominan berkaitan dengan rendahnya kualitas sumber daya manusia (SDM) masyarakat Desa Ligarmukti, terutama jika dari segi pendidikan. Hal ini tentunya dapat menjadi kendala tersendiri bagi masyarakat untuk memahami bagaimana pentingnya pengelolaan air bersih. Walaupun dalam kenyataannya masyarakat di daerah tersebut memiliki kearifan lokal untuk melindungi sumber daya air. Namun, di sisi lain masyarakat tetap melakukan penambangan batu kapur secara liar.

Harus diakui bahwa sebagian besar masyarakat menyadari pentingnya pengelolaan air bersih secara berkelanjutan. Ada kecenderungan kesadaran tersebut sifatnya kondisional, bergantung pada bagaimana kondisi fisik air bersih. Artinya, ketika mereka kesulitan mendapatkan air bersih, barulah mereka sadar mengenai pentingnya arti pengelolaan air bersih sesungguhnya. Namun, sebaliknya, ketika air berlimpah, mereka kembali menggunakan air seperti tidak ada habisnya.

Fenomena seperti ini merupakan hal yang biasa bagi masyarakat berpendidikan rendah. Oleh karena itu, untuk merenspons hal ini, diperlukan pendekatan yang dapat meningkatkan kemampuan mereka untuk mengetahui berbagai persoalan mengenai pengelolaan air bersih. Salah satunya mengenai pentingnya melakukan berbagai kegiatan sosialisasi dan pelatihan. Sosialisasi tersebut dapat dilakukan oleh berbagai kelompok masyarakat melalui majelis taklim ataupun

karang taruna. Sementara itu, pelatihan dapat dilakukan oleh institusi yang mempunyai kemampuan dalam mengelola air bersih, seperti PDAM dan UPT Teknologi Tepat Guna LIPI. Dengan demikian, masyarakat Desa Ligarmukti akan menyadari betapa pentingnya pengelolaan air bersih yang berkelanjutan sehingga dapat dinikmati seluruh elemen masyarakat.

## Daftar Pustaka

- Akhir, D. J. (2017). *Wujudkan ketahanan air, pengelolaan 15 danau jadi prioritas nasional*. Jakarta: Bappenas.
- Alihar, F., Marganingrum, D., Lubis, R. F., Maria, R., Purwoarminta, A., Soetopo, T., ... Pradipta, L. (2017). *Pengujian model kelembagaan sosial pengelolaan air bersih berbasis masyarakat di daerah karst*. Laporan Akhir Kegiatan Penelitian Labsos Kedeputian IPSK LIPI. Jakarta: Kedeputian IPSK LIPI.
- Anonim. (2015). Jumlah Penduduk Desa Ligarmukti, Kabupaten Bogor Tahun 2015, Papan Perkantoran Desa Ligarmukti. Bogor: Desa Ligarmukti.
- Arsyad, S., & Rustiadi, E. (2008). *Penyelamatan tanah, air dan lingkungan*. Jakarta: Gramedia.
- Bellfield, H., Leggett, M., Trivedi, M., Preora, J., & Gangga, A. (2015). *Bagaimana Indonesia mencapai ketahanan air, energi, dan pangan tanpa mengikis modal alamnya*. Jakarta: Global Canopy Programme.
- Hadipura, W., Setianto, B. D., Ferijani, A., Connell, D., Gunawan, R. I., & Olbrei, E. (2017). Mengembangkan pasokan air minum terpadu untuk menyelamatkan ekosistem: Agenda reformasi pasokan air minum di Indonesia. *Jurnal Prakarsa Infrastruktur Indonesia*, 23.
- Hidayat, H. (2008). *Politik Lingkungan, pengelolaan hutan masa orde baru dan reformasi*. Jakarta: Buku Obor dan Ngrumat Bondo Otomo.
- Rochmah, S. (2015). *Kebijakan pelayanan: Studi pada kebijakan pelayanan air bersih*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Todaro, M. (1976). *Penduduk dan pembangunan di negara-negara berkembang*. Jakarta: Gramedia.
- Zwarteveen, M., Boelens, R., & Gelles, P. H. (2011). *Water right and politics in Andean, water policy reform*. Wageningen: Wageningen University Press.





## BAB VIII

### Model Cowarmoka

*Fadjri Alihar dan Dyah Marganingrum*

Pembentukan kelembagaan pengelolaan air bersih di Desa Ligarmukti, Kecamatan Klapanunggal, Kabupaten Bogor, Jawa Barat, merupakan salah satu jembatan dalam menerapkan model pengelolaan air bersih berbasis masyarakat sebagai salah satu bentuk integrasi *integrated water resources management* (IWRM) dan *community-based natural resources management* (CBNRM) secara utuh. Ini mengingat pengelolaan air bersih di Desa Ligarmukti memiliki karakteristik unik karena terletak di daerah karst. Oleh sebab itu, selanjutnya kami memberi nama *Community Water Resources Management on Karst Area* (Cowarmoka).

Penyusunan model Cowarmoka dilakukan dengan metode deduktif dan induktif berdasarkan kajian teori-teori yang dijabarkan pada bab sebelumnya serta analisis hasil observasi lapangan. Kesesuaian teori-teori tersebut kemudian diujicobakan dengan kondisi Desa Ligarmukti, baik melalui observasi lapangan maupun *focus group discussion* (FGD). Kegiatan FGD dilakukan dengan menghadirkan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

semua perwakilan rukun tetangga (RT) yang ada di Desa Ligarmukti. RT-RT tersebut merupakan representasi dari seluruh masyarakat di Desa Ligarmukti. Untuk memudahkan kegiatan FGD, berbagai kelompok masyarakat yang hadir kemudian dibagi ke dalam tiga kelompok. Ketiga kelompok tersebut dibebaskan berekspresi mencurahkan beragam pemikiran serta gagasan untuk mewujudkan berbagai struktur kelembagaan pengelolaan air bersih sesuai dengan aspirasi mereka.

Kiranya tidak mudah menyatukan bermacam pendapat yang berkembang dalam masyarakat ketika ide pembentukan kelembagaan pengelolaan di Desa Ligarmukti dilontarkan. Setiap kelompok masyarakat berkukuh pada ide dan pendapatnya bahwa pengelolaan air bersih dilakukan di dusun masing-masing. Alasan tersebut masuk akal karena masyarakat tidak ingin kesulitan jauh-jauh mengambil air bersih ke wilayah dusun lain. Dengan sistem tersebut, akan ada kemungkinan kelompok masyarakat kesulitan mendapatkan air bersih.

Namun, setelah dijelaskan tentang untung-ruginya jika pengelolaan air bersih dilakukan sendiri-sendiri, masyarakat Desa Ligarmukti dapat memahami dan setuju melakukannya secara bersama-sama. Selanjutnya, mereka diharapkan dapat mengambil inisiatif guna memikirkan bentuk pengelolaan secara terpadu yang melibatkan partisipasi masyarakat di dalamnya. Setelah dilakukan beberapa kali FGD, ternyata masyarakat menyadari betapa pentingnya pengelolaan air bersih di Desa Ligarmukti secara terpadu agar seluruh masyarakat dapat menikmatinya.

Pembahasan model Cowarmoka ini sangat penting dilakukan karena roh seluruh rangkaian uji coba laboratorium sosial tentang kelembagaan sosial pengelolaan air bersih terletak pada kekuatan yang ada di dalam masyarakat. Ada dua tujuan yang akan dibahas pada bab ini. Pertama, prinsip dasar kerja model Cowarmoka; serta kedua, tentang struktur, fungsi kelembagaan dan aturan main dalam model pengelolaan Cowarmoka.

## A. Prinsip Dasar Kerja Model Cowarmoka

Berdasarkan konsep teori SWOT adalah metode perencanaan strategis yang digunakan untuk mengevaluasi kekuatan (*streghts*), kelemahan (*weakness*), peluang (*opportunities*), dan ancaman (*threats*) dalam suatu proyek. Beberapa hal penting yang dapat dirangkum sesuai dengan hasil penelitian lapangan adalah sebagai berikut.

1. Kultur gotong royong yang terdapat di Desa Ligarmukti masih terpelihara dengan baik dan menjadi kekuatan (*strength*) dalam pembentukan kelembagaan pengelolaan air bersih berbasis masyarakat.
2. Kelembagaan yang bersifat formal, seperti majelis taklim, karang taruna, dan pembinaan kesejahteraan keluarga (PKK), berfungsi dengan cukup baik dalam menggerakkan aktivitas masyarakat Desa Ligarmukti. Hal ini juga diperkuat dengan pengaruh tokoh-tokoh masyarakat yang masih cukup kental dalam memengaruhi perikehidupan masyarakat Desa Ligarmukti. Kondisi ini menjadi peluang yang sangat baik (*opportunity*) dalam menggerakkan kelembagaan pengelolaan air bersih yang ada di Desa Ligarmukti.
3. Desa Ligarmukti adalah desa di Kabupaten Bogor yang terisolasi meskipun jaraknya cukup dekat dengan Kota Bogor ataupun Jakarta. Sinyal *provider* telekomunikasi pun tidak begitu bagus di daerah ini meski hampir sebagian masyarakat memiliki telepon seluler sebagai alat komunikasi. Tingkat pendidikan yang relatif rendah (sebagian besar hanya tamatan sekolah dasar) serta tingkat pendapatan menengah ke bawah menjadi kelemahan (*weakness*) dalam mewujudkan dan menjalankan kelembagaan pengelolaan air bersih di Desa Ligarmukti. Oleh karena itu, peningkatan edukasi dan kemampuan masyarakat sangat diperlukan.
4. Data survei dari 2015 sampai 2017 menunjukkan bahwa jumlah atau debit mata air yang tersebar di tujuh lokasi masih cukup untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga (*domestik*) masya-

rakat Desa Ligarmukti, baik pada musim kemarau maupun musim hujan. Namun, secara kualitas, yang perlu diwaspadai adalah kadar kalsium dan bakteri *E. coli*. Kalsium yang tinggi akan menyebabkan sumber air bersifat sadah dan bisa menimbulkan kerak pada peralatan rumah tangga. Sementara itu, *E. coli* dapat menyebabkan sakit perut apabila air dikonsumsi secara langsung tanpa proses pemanasan. Selain faktor kualitas, sifat alami dari sumber air di kawasan ini sebagai daerah karst memiliki keterbatasan dalam penyerapan dan penyimpanan air hujan (aspek kuantitas). Oleh karena itu, aspek kualitas ataupun kuantitas sumber daya air di wilayah karst adalah sebuah status yang akan terancam apabila terjadi eksploitasi berlebihan dan alih fungsi lahan secara terus-menerus (*threat*). Oleh sebab itu, pengendalian kerusakan serta konservasi yang melibatkan partisipasi aktif masyarakat lokal di Desa Ligarmukti sangat diperlukan.

Dalam analisis SWOT ini, yang menjadi *center of attention* adalah kelembagaan yang dibentuk masyarakat lokal, dalam hal ini Cowarmoka (Gambar 8.1).



Sumber: Syarif (2002); TKPSDA (2003)

**Gambar 8.1** Analisis SWOT untuk Pembentukan Cowarmoka di Desa Ligarmukti

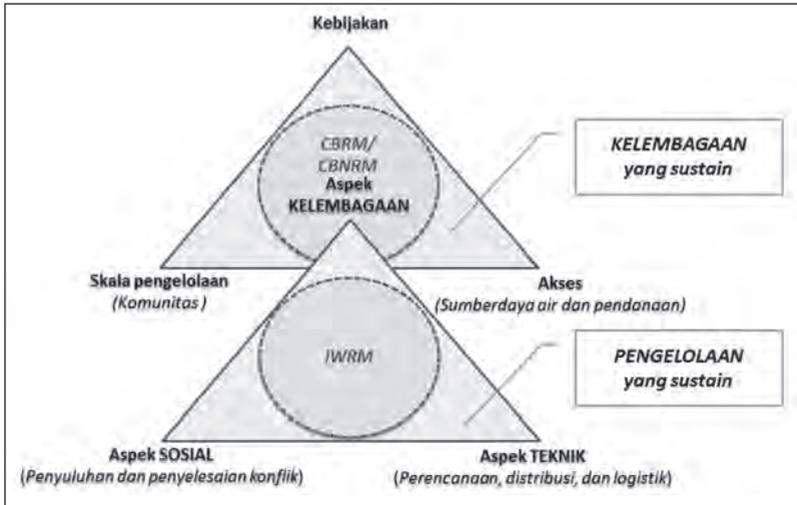
Buku ini tidak diperjualbelikan.

Mengacu pada hakikat konsep CBRM/CBNRM, yang mengalami proses transformasi pembangunan dari model sentralisasi menjadi model desentralisasi untuk mencapai *sustainable development* dengan prinsip *small is beauty*, prinsip dasar model Cowarmoka yang dibuat adalah sebagai berikut.

1. Dilakukan oleh komunitas yang kecil sehingga memungkinkan semua anggota dapat berpartisipasi secara langsung.
2. Kepastian terhadap properti sumber daya air yang ada di daerah karst (kuantitas, kualitas, kontinuitas, dan distribusi).
3. Akses untuk memanfaatkan secara langsung sumber daya air tersebut oleh masyarakat daerah karst serta keuntungan lain atas pemanfaatannya, termasuk di dalamnya akses terhadap informasi dan teknologi serta sumber dana.
4. Masyarakat lokal (pihak pengelola yang telah terbentuk) memiliki kewenangan untuk mengambil keputusan serta pengendaliannya (prinsip desentralisasi);
5. Menjunjung tinggi prinsip *equity* dalam hal pendistribusian dan keuntungan tanpa memandang status sosial.
6. Transparansi dalam segala hal (teknis dan administrasi).

Secara umum, prinsip-prinsip tersebut dijabarkan dalam bentuk model Cowarmoka sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 8.2 sebagai integrasi antara model IWRM dan model CBRM/CBNRM. Dalam model IWRM, kami mendapatkan tiga komponen utama yang sesuai diterapkan di Desa Ligarmukti, yaitu aspek teknis, aspek sosial, dan aspek kelembagaan. Sementara itu, dari konsep CBRM/CBNRM juga didapatkan tiga komponen utama sebagai pilar dalam pengelolaan sumber daya air, yaitu aspek kebijakan, pemilihan skala dalam pengelolaan, dan akses terhadap sumber daya (baik sumber daya air maupun pendanaan). Integrasi dari kedua konsep tersebut adalah pada aspek kelembagaan.

Aplikasi konsep IWRM di Desa Ligarmukti menunjukkan bahwa pengelolaan sumber daya air akan berhasil dan berkelanjutan serta



Sumber: Alihar dkk. (2017)

**Gambar 8.2** Model Cowarmoka

mencakup seluruh Desa Ligarmukti apabila terdapat suatu badan pengelola khusus yang menangani sumber daya air. Badan pengelola ini bersifat penting dan mendesak untuk segera dibentuk, mengingat potensi konflik telah terlihat. Adapun menurut konsep CBNRM, aspek pengelolaan akan berkelanjutan apabila dibentuk berdasarkan kebutuhan dan keinginan masyarakat lokal atau dengan kata lain berbasis masyarakat. Berdasarkan hasil survei dan FGD, pengelolaan berbasis masyarakat yang diterapkan di Desa Ligarmukti memerlukan dukungan terhadap legalitas dari pemangku kebijakan, memiliki akses terhadap kebutuhan sumber daya serta dilakukan pada skala yang tepat.

## **B. Struktur Kelembagaan, Fungsi Struktur, dan Aturan Main Model Cowarmoka**

### **1. Analisis Kelembagaan**

Banyak sekali persoalan yang dihadapi ketika mengimplementasikan kelembagaan Cowarmoka sebagai kelembagaan pengelolaan air bersih

di Desa Ligarmukti. Ada dua persoalan utama yang harus dihadapi berkaitan dengan pengelolaan air bersih tersebut. Pertama, berkaitan dengan masalah fisik, yaitu kondisi sumber daya alam, terutama sumber daya airnya. Kedua, persoalan sosial kemasyarakatan yang juga tidak kalah kompleks, salah satunya adalah masalah kelembagaan.

Dari segi fisik, jumlah sumber mata air yang ada di Desa Ligarmukti adalah sebanyak 13 buah, dari yang besar hingga yang kecil. Salah satu sumber mata air yang paling besar dan terkenal adalah mata air Sodong, yang saat ini banyak dikunjungi masyarakat, baik lokal maupun masyarakat dari luar Desa Ligarmukti. Mata air Sodong menjadi daya tarik sekaligus ikon pariwisata Desa Ligarmukti. Dengan menyebut nama mata air tersebut, masyarakat sekitarnya langsung menyebutkan Desa Ligarmukti.

Mata air Sodong dan mata air lainnya telah lama dimanfaatkan oleh masyarakat untuk kebutuhan rumah tangga, kegiatan pertanian, dan kegiatan perikanan. Mata air Sodong khusus dimanfaatkan perusahaan daerah air minum (PDAM) sebagai sumber bahan baku air untuk dijual ke kompleks-kompleks perumahan. Bahkan, distribusi air dari mata air Sodong telah memasok kebutuhan air bersih di kompleks Perumahan Citra Garden, yang jaraknya sekitar 10 km dari Desa Ligarmukti. Sementara itu, mata air yang kecil-kecil dimanfaatkan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga. Pemanfaatan sumber mata air tersebut biasanya disalurkan melalui pipa-pipa atau diambil sendiri oleh masyarakat setempat.

Untuk sementara, volume berbagai sumber mata air yang ada di Desa Ligarmukti masih cukup untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dan kompleks perumahan yang ada di sekitarnya. Hanya, persoalannya, keberlangsungan sumber mata air tersebut yang mengalir sepanjang waktu perlu diantisipasi. Pertama, adanya perubahan iklim yang menyebabkan kemarau yang sangat panjang dan sangat berpengaruh terhadap volume air pada semua sumber mata air yang ada di Desa Ligarmukti.

Pada bagian terdahulu, telah dijelaskan bahwa ada penurunan volume berbagai sumber mata air yang ada di desa tersebut. Jika kemarau makin panjang, kemungkinan sumber mata air yang kecil-kecil bisa menjadi kering dan akan berdampak secara serius terhadap masyarakat Desa Ligarmukti secara keseluruhan. Pada kondisi inilah dibutuhkan sebuah kelembagaan yang mampu mengelola sumber mata air yang ada di Desa Ligarmukti secara berkelanjutan. Kelembagaan tersebut dinamakan kelembagaan pengelolaan air bersih. Kelembagaan tersebut digerakkan oleh sebuah badan yang diberi nama Badan Pengelola Cowarmoka.

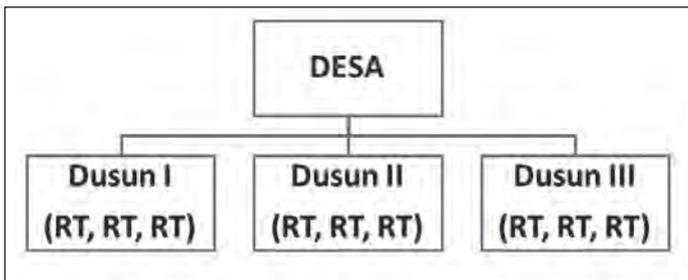
Dalam rangka menggerakkan kelembagaan pengelolaan air bersih tersebut, masyarakat diminta tidak terlalu berharap kepada pemerintah desa, terutama dari segi manajemen. Ini karena pemerintah desa telah mempunyai kesibukan yang sangat padat, terutama dalam urusan administrasi pemerintahan. Salah satu alternatif yang mampu menggerakkan kelembagaan pengelolaan air bersih di Desa Ligarmukti adalah badan usaha milik desa (BUMDes). Karena pengelolaan air bersih di Desa Ligarmukti menggunakan konsep CBRM/CBNRM berbasis komunitas, keberadaan BUMDes hanya sebatas mitra kerja. BUMDes bersifat sementara dan diharapkan dapat memberikan bimbingan manajemen kepada pihak pengelola air bersih.

Intinya, BUMDes tersebut berada di bawah kendali dan tanggung jawab pemerintah desa dalam membantu manajemen pengelolaan air bersih. Badan Pengelolaan Air Bersih Cowarmoka, selain mendapat bimbingan teknis manajemen dari BUMDes, memperoleh bantuan berupa *corporate social responsibility* (CSR) dari pihak lain, seperti perusahaan semen Holcim dan PDAM. CSR tersebut bisa saja diberikan dalam bentuk bantuan teknik ataupun fisik. Dalam menjalankan pengelolaan air bersih, kiranya pihak pengambil kebijakan Badan Pengelola Air Bersih Cowarmoka bisa saja melakukan kerja sama dengan PDAM, terutama dalam hal supervisi. PDAM, selaku perusahaan daerah yang telah lama bergerak di bidang penyaluran air bersih, tentunya mempunyai pengalaman yang bisa dimanfaatkan

dalam pengelolaan air bersih berbasis komunitas di Desa Ligarmukti agar lebih optimal.

Sementara itu, secara operasional, Badan Pengelola Cowarmoka dibantu oleh seorang manajer pengelolaan yang bertanggung jawab terhadap pengelolaan air bersih secara keseluruhan. Manajer pengelolaan tersebut membawahkan tiga bidang. Pertama, bidang sosial kemasyarakatan, yang terdiri atas dua seksi, yakni seksi penyuluhan dan penyelesaian konflik. Kedua, bidang teknik, yang terdiri atas tiga seksi, yaitu logistik, distribusi, dan pengendalian lingkungan. Bidang ketiga adalah perencanaan.

Adapun di dalam manajer pengelolaan terdapat Dewan Perwakilan Dusun (DPDs), yang terdiri atas Dusun I, II, dan III. Ketiga dusun tersebut merupakan representasi masyarakat yang berada di lingkungan RT di Desa Ligarmukti. Keterwakilan masyarakat tersebut kiranya sangat penting untuk meredam terjadinya konflik. Hal ini mengingat keberadaan DPDs sangat diperlukan karena merekalah yang mengetahui karakteristik sosiologis masyarakat Desa Ligarmukti, terutama pada level yang paling bawah, yaitu kelompok rumah tangga yang disebut dengan penerima manfaat (*benefit series*). Sebenarnya, konsep dusun tersebut bertujuan untuk memudahkan dalam mengorganisasi berbagai kelompok masyarakat Desa Ligarmukti dalam pengelolaan air bersih. Representasi mereka tergambar dari jumlah RT yang tergabung dalam dusun tersebut (Gambar 8.3). Tokoh-



Sumber: Kantor Desa Ligarmukti (2017)

**Gambar 8.3** Pengelompokan Masyarakat di Desa Ligarmukti

tokoh masyarakat yang ada pada setiap dusun kemudian membentuk Komunitas Perwakilan Dusun, yang di dalamnya terdapat berbagai kelompok RT yang nantinya akan menikmati penyaluran air bersih (*benefit series*).

Kondisi sumber mata air di Desa Ligarmukti sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan sumber daya alam yang ada di sekitarnya. Secara kasatmata, saat ini eksploitasi sumber daya alam di sekitar Desa Ligarmukti berlangsung secara masif, yang nantinya berdampak terhadap kerusakan dan degradasi sumber daya alam lainnya. Salah satu kegiatan yang paling banyak mengeksploitasi sumber daya alam di Desa Ligarmukti adalah penambangan batu kapur untuk bahan baku semen. Gunung-gunung kapur di sekitar desa tersebut saat ini mulai banyak yang gundul karena dieksploitasi secara terus-menerus untuk keperluan pabrik semen.

Jika kondisi tersebut dibiarkan berlangsung lama, keberadaan sumber mata air di Desa Ligarmukti akan terkena dampaknya. Untuk menanggulangi terjadinya degradasi lingkungan di Desa Ligarmukti, dibutuhkan seorang ahli teknik yang mengerti tentang seluk-beluk pengendalian lingkungan. Bagian teknik ini merupakan salah satu bagian yang harus ada di dalam kelembagaan pengelolaan air bersih. Hal ini disebabkan oleh besarnya ancaman terhadap sumber daya air dengan maraknya kegiatan eksploitasi batu kapur, baik oleh perusahaan-perusahaan besar maupun oleh masyarakat lokal sendiri.

Bagian teknik dalam kelembagaan pengelolaan air bersih memainkan peran yang sangat penting, bukan hanya dalam arti sesungguhnya, yaitu berkaitan dengan pembuatan instalasi jaringan, melainkan juga berperan dalam pengelolaan sumber daya alam. Pengelolaan lingkungan merupakan bagian yang sangat penting yang harus ada pada bagian teknik.

Bagian lain yang sangat penting dalam pengelolaan air bersih adalah perencanaan. Bagian perencanaan tersebut berperan mendesain instalasi pengolahan air (menjaga kualitas air) dan perhitungan kebutuhan masyarakat terhadap air bersih setiap bulan. Pada saat sumber

daya air melimpah, bisa saja air mengalir sepanjang hari. Namun, pada musim kemarau, ada kemungkinan air mengalir pada malam hari saja. Bagian perencanaan sangat berkaitan erat dengan bagian logistik dan distribusi air. Hal ini menyangkut pemasangan jaringan dan berkaitan dengan besarnya pipa jaringan.

Berhubung volume sumber daya air di Desa Ligarmukti cenderung berkurang setiap tahun, baik karena perubahan iklim maupun akibat degradasi lingkungan, harus ada antisipasi agar tidak menimbulkan konflik di dalam masyarakat. Oleh karena itu, dalam pengelolaan air bersih, bagian sosial kemasyarakatan merupakan bagian yang sangat penting dalam meredam timbulnya potensi konflik dalam masyarakat. Bagian tersebut merupakan bagian dari komunikasi sosial untuk menjembatani seandainya terjadi kesalahpahaman di antara kelompok masyarakat ihwal pengelolaan air bersih.

Bagian sosial kemasyarakatan dalam pengelolaan air bersih dibagi dalam dua seksi, seksi penyuluhan dan penyelesaian konflik. Seksi penyuluhan berfungsi memberikan pemahaman bagi masyarakat tentang arti penting air bagi kehidupan manusia. Seksi penyuluhan tersebut juga berfungsi mendampingi masyarakat jika menghadapi masalah yang berkaitan dengan pengelolaan air bersih. Sementara itu, seksi penyelesaian konflik merupakan bagian yang sangat penting dalam meredam keresahan masyarakat ketika ada permasalahan dalam pengelolaan air bersih.

Sebelumnya, telah dijelaskan banyak sekali aspek yang harus diperhatikan agar kelembagaan sosial pengelolaan Cowarmoka berjalan sebagaimana mestinya, baik pada aspek teknik maupun sosial kemasyarakatan. Hal ini mengingat dinikmatinya air bersih oleh masyarakat Desa Ligarmukti sangat bergantung pada kesiapan kelembagaan pengelolanya. Sebagai catatan, salah satu tantangan utama dalam pengelolaan air bersih adalah persoalan biaya, baik untuk pembangunan instalasi maupun operasional pengelolaan.

Kedua persoalan tersebut tentunya harus segera dipecahkan agar kelembagaan pengelolaan Cowarmoka segera terwujud.

Pertama, dalam pembangunan instalasi infrastruktur pengelolaan dan jaringan, masyarakat Desa Ligarmukti tidak mampu melakukannya sendiri karena persoalan biaya. Tentunya tanpa biaya, kelembagaan pengelolaan yang dibentuk tidak mungkin berjalan. Oleh karena itu, khusus untuk pembangunan instalasi tersebut, kelembagaan pengelolaan Cowarmoka yang sudah terbentuk harus segera berkoordinasi dengan pemerintah desa. Selanjutnya, pemerintah desa akan berkoordinasi dengan Pemerintah Kecamatan Klapanunggal dan Kabupaten Bogor agar persoalan biaya tersebut dapat diselesaikan. Sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 3.4 yang menunjukkan bahwa secara perseorangan, setiap kelompok masyarakat tetap mengeluarkan biaya untuk pembuatan instalasi air bersih. Seharusnya, seluruh potensi yang ada pada masyarakat dihimpun dalam sebuah kelembagaan yang secara khusus mengurus pengelolaan air bersih, tetapi sama sekali tidak meninggalkan peran serta masyarakat.

Salah satu jalan keluarnya adalah memanfaatkan dana desa karena saat ini hampir semua desa mendapat kucuran dana dari pemerintah pusat. Namun, pemanfaatan dana desa tersebut bukan persoalan mudah karena peruntukannya harus dikaji terlebih dahulu. Seandainya bisa dimanfaatkan, paling tidak dana desa tersebut dapat dimanfaatkan untuk pembangunan infrastruktur jaringan atau pelatihan sumber daya manusia yang akan menjalankan kelembagaan pengelolaan Cowarmoka. Secara temporer, BUMDes berperan besar dalam membantu berjalannya pengelolaan air bersih tersebut karena manajemennya masih kekurangan anggaran dan SDM.

Persoalan lain yang harus dipikirkan setelah kelembagaan pengelolaan Cowarmoka beroperasi adalah biaya operasionalnya, baik untuk kebutuhan SDM maupun perawatan instalasi jaringan. Salah satu jalan keluar untuk mengatasi biaya tersebut adalah menarik iuran dari warga masyarakat yang secara langsung menerima manfaat

air bersih. Namun, penarikan iuran tentunya harus mendapat persetujuan dan tidak memberatkan masyarakat sebagai penerima manfaat (*benefit series*). Penarikan iuran tersebut, walaupun telah mendapat persetujuan dari masyarakat, kiranya mutlak dibuatkan payung hukum agar tidak ada persoalan di kemudian hari. Cara paling mudah untuk mendapatkan payung hukum adalah mendaftarkan kelembagaan pengelolaan Cowarmoka kepada notaris.

Catatan lain yang perlu diperhatikan adalah persoalan SDM. Kelembagaan pengelolaan Cowarmoka, karena masih baru, perlu belajar lebih banyak tentang pengelolaan air bersih, baik secara langsung maupun tidak langsung, melalui transfer pengetahuan dan teknik. Dalam kelembagaan pengelolaan Cowarmoka, yang bertanggung jawab terhadap semua proses transfer tersebut bukan hanya bagian teknik, melainkan juga bagian sosial-kemasyarakatan. Bidang teknik kiranya berperan penting dalam menyerap berbagai pengalaman pengelolaan air bersih di daerah lain, baik dalam bidang pembangunan infrastruktur maupun cara-cara pengolahan air itu sendiri.

Sementara itu, transfer pengetahuan dalam bidang sosial berkaitan dengan pengalaman di daerah lain, terutama dalam kegiatan penyadaran masyarakat. Kegiatan tersebut kiranya diharapkan mampu memberikan pemahaman kepada masyarakat di Desa Ligarmukti bahwa sumber daya air yang ada di desa tersebut harus dijaga. Hal ini mengingat tidak ada jaminan sumber daya air tersebut mengalir terus karena adanya berbagai ancaman, baik yang datang dari luar maupun dari dalam masyarakat itu sendiri. Oleh sebab itu, masyarakat sangat perlu diberi pemahaman bahwa, walaupun air berlimpah, tidak ada salahnya sejak sekarang berlatih menggunakan air dengan cara yang efisien dan tepat guna.

Penelitian yang dilakukan oleh Pusat Penelitian Ekonomi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (P2E LIPI) menjelaskan bahwa salah satu badan usaha milik daerah (BUMD) di Jawa Barat yang bergerak dalam bidang usaha pelayanan air bersih mengalami banyak

permasalahan. Beberapa permasalahan tersebut berkaitan dengan kemampuan manajemen dan terbatasnya kemampuan modal usaha (Astuty & Ernani, 2015). Dengan demikian, bukan berarti pendirian sebuah badan usaha dalam skala kecil, seperti BUMDes, lebih mudah karena banyak sekali aspek yang saling berkaitan. Belum lagi aspek perilaku masyarakat dalam memandang air yang masih terbatas sekadar untuk kepentingan mandi-cuci-kakus (MCK).

## **2. Struktur Kelembagaan dan Akuntabilitas**

Sebelumnya, telah diuraikan tentang pengelolaan air bersih berdasarkan konsep IWRM yang diintegrasikan dengan pengelolaan sumber daya berbasis masyarakat lokal (*community-based resource management/CBRM*), yang memadukan antara *natural* dan *social science*. Dalam konsep IWRM, ada dua aspek yang diperhatikan, yaitu aspek sosial dan aspek teknik. Aspek sosial, seperti pendidikan, pekerjaan, pendapatan, dan kesehatan, sangat memengaruhi kapasitas dan kapabilitas masyarakat dalam pengelolaan air bersih. Sementara itu, aspek teknik lebih menekankan soal pentingnya potensi ketersediaan air bersih, teknologi pengelolaan serta biaya konstruksi. Kedua aspek sosial dan teknik merupakan aspek yang sangat penting dalam membentuk sebuah kelembagaan berbasis komunitas.

Jika dikaitkan dengan model pengelolaan CBNRM, masyarakat tidak hanya menjadi objek, tetapi juga menjadi subjek dalam pengelolaan air bersih. Konsep CBNRM merupakan turunan lebih lanjut dari konsep CBRM, terutama yang berkaitan dengan sumber daya air. Konsep CBNRM sangat tepat diimplementasikan dalam skala kecil (desa) dengan keanggotaan yang jelas. Konsep tersebut tidak hanya meningkatkan perekonomian masyarakat, tetapi juga memberikan kontribusi positif, baik bagi aspek sosial maupun lingkungan.

Konsep CBNRM kiranya lebih menekankan pada proses transformasi pembangunan dari model sentralisasi menjadi model desentralisasi, terutama untuk mencapai pembangunan berkelanjutan

(*sustainable development*). Berkaitan dengan konsep tersebut, model kelembagaan pengelolaan air bersih di Desa Ligarmukti berangkat dari kepentingan masyarakat dan dipengaruhi oleh aspek budaya lokal yang berkembang dalam masyarakat.

Pada tingkatan yang sederhana, CBNRM yang diterapkan dalam model kelembagaan pengelolaan air bersih di Desa Ligarmukti terdiri atas tiga level. Level pertama disebut sebagai level individu atau rumah tangga, level kedua adalah komunitas, dan level ketiga adalah supra-komunitas (di luar komunitas) (Pomeroy, Katon, & Harkes, 2001). Semua individu atau rumah tangga yang menjadi anggota CBNRM selanjutnya akan membentuk komunitas beserta batas-batas dan norma-norma yang ada. Level individu akan berkembang ke tingkat level komunitas sesuai dengan batasan dan norma-norma yang berlaku di lingkungan individu atau rumah tangga tersebut. Kedua level yang sudah dijelaskan sebelumnya bukan berarti tanpa hambatan dan rintangan. Ada level supra-komunitas yang dapat menghambat atau sebaliknya, mendukung keberhasilan proses-proses CBNRM (Gambar 3.6).

Kelembagaan pengelolaan air bersih yang akan dibentuk menyangkut kepentingan masyarakat Desa Ligarmukti secara keseluruhan berasaskan keadilan. Prinsip dari struktur kelembagaan yang dibentuk haruslah ramping dan optimal dalam menjalankan tugas. Struktur kelembagaan yang dibentuk pun harus mewakili ketiga level yang ada dalam model pengelolaan Cowarmoka. Akuntabilitas tiap bagian dari struktur kelembagaan yang dibentuk harus bisa dipertanggungjawabkan.

Berdasarkan pada tiga level tersebut, model Cowarmoka berada pada level komunitas. Namun, level supra ataupun level individual tetap menjadi bahan pertimbangan demi keberlangsungan kelembagaan Cowarmoka di Desa Ligarmukti. Pada tingkat level supra, di dalamnya terdapat BUMDes, kepala desa, dan badan pengelola Cowarmoka. Sementara level komunitas merupakan bagian dari

manajemen pengelolaan air bersih berikut perangkat yang ada di bawahnya, seperti bagian teknik dan sosial kemasyarakatan. Adapun level individu merupakan Dewan Perwakilan Dusun (DPDs), sebagai perwakilan masyarakat penerima manfaat (*benefit series*) dari hasil pengelolaan air bersih.

Penyelenggaraan kelembagaan Cowarmoka ini telah sejalan dengan Peraturan Pemerintah RI Nomor 122 Tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM). Pada pasal 42 ayat (1) dan butir c, disebutkan bahwa penyelenggaraan SPAM dilaksanakan oleh kelompok masyarakat. Pada ayat (2), disebutkan bahwa penyelenggara SPAM yang disebutkan pada ayat (1) dapat bekerja sama dengan badan usaha. Sesuai dengan uraian tersebut, penyelenggaraan kelembagaan Cowarmoka akan bekerja sama dengan BUMDes, khususnya pada tahap awal pembangunan dan pelaksanaan. Sifat BUMDes adalah mitra yang mendukung dari aspek SDM dan finansial. Struktur kelembagaan pengelolaan air bersih Desa Ligarmukti hasil FGD dijabarkan pada Gambar 8.4. Tiap komponen struktur, fungsi-fungsi dari setiap struktur kelembagaan, dan aturan mainnya dijelaskan pada subbab berikutnya.

Sesuai dengan kesepakatan yang diperoleh dari beberapa kali FGD yang diselenggarakan di Desa Ligarmukti, semua proses rekrutmen SDM pengelolaan air bersih diserahkan kepada kepala desa dengan mengacu pada kriteria yang telah disepakati bersama.

Struktur, fungsi, dan aturan main kelembagaan Cowarmoka tentu tidak terlepas dari faktor lingkungan eksternal (sosial ekonomi). Faktor sosial, misalnya kesadaran (norma) dan pendidikan serta status ekonomi masyarakat Desa Ligarmukti, sangat memengaruhi kelangsungan kelembagaan pengelolaan air bersih di Desa Ligarmukti. Kinerja kelembagaan Cowarmoka berbasis masyarakat ini tentu akan sangat bergantung pada sumber daya yang ada, termasuk sumber daya manusia (masyarakat Desa Ligarmukti) bersama status sosial ekonomi yang melekat pada mereka.

### 3. Struktur Kelembagaan Cowarmoka

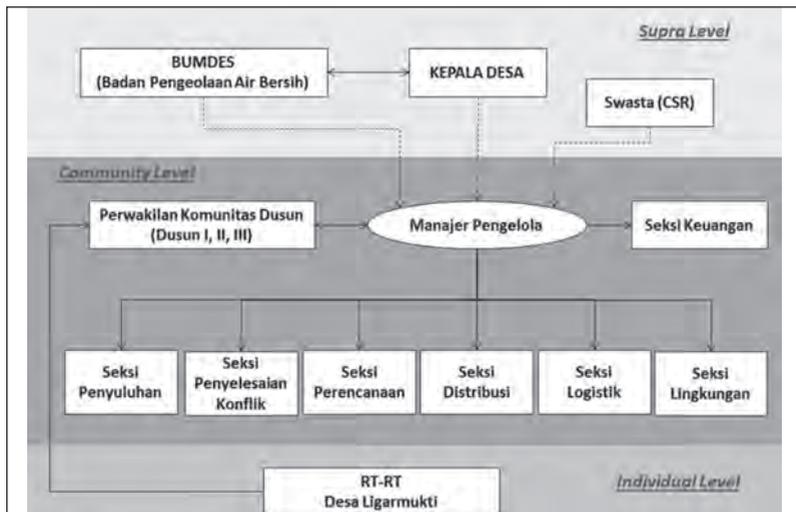
Struktur kelembagaan Cowarmoka merupakan badan yang akan menjalankan pengelolaan air bersih di Desa Ligarmukti sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 8.4. Adapun struktur kelembagaan ini adalah sebagai berikut.

a. BUMDes

BUMDes mempunyai peran penting sebagai penyumbang dana untuk pengelolaan air bersih. Ada kemungkinan BUMDes tersebut dapat memanfaatkan dana desa, baik dalam bentuk pinjaman maupun hibah.

b. Pemerintah Desa

Pemerintah desa, dalam hal ini diwakili oleh kepala desa berikut jajarannya, merupakan pihak yang bertanggung jawab terhadap manajerial pengelolaan air bersih sekaligus berperan mengisi SDM dalam struktur kelembagaannya. Penunjukan kepala desa tersebut disetujui secara aklamasi oleh berbagai kelompok masyarakat pada saat kegiatan FGD dilakukan.



Sumber: Alihar dkk. (2017)

**Gambar 8.4** Struktur Organisasi Kelembagaan Pengelolaan Air Bersih di Desa Ligarmukti (Cowarmoka)

Buku ini tidak diperjualbelikan.

- c. **Manajer Pengelola**  
Keberadaan manajer pengelola sangat diperlukan untuk memperlancar jalannya pengelolaan air bersih. Manajer pengelola secara operasional dibantu oleh enam seksi yang terdiri atas empat seksi bagian fisik dan dua seksi bagian sosial kemasyarakatan. Bagian fisik terdiri atas seksi perencanaan, distribusi, logistik, dan lingkungan. Sementara itu, bagian sosial terdiri atas seksi penyuluhan dan penyelesaian konflik. Manajer pengelola juga dibantu oleh seksi keuangan. Dalam menjalankan tugasnya, manajer pengelola terus berkoordinasi dengan pihak perwakilan komunitas dusun.
- d. **Seksi Keuangan**  
Bendahara sangat diperlukan dalam sebuah organisasi untuk mengurus masalah keuangan, baik masuk maupun keluar. Bendahara berperan penting dalam menunjang jalannya sebuah organisasi.
- e. **Seksi Perencanaan**  
Seksi perencanaan merupakan bagian yang sangat penting dalam sebuah kelembagaan yang bersifat teknis, seperti pengelolaan air bersih. Perencanaan sangat diperlukan untuk membuat estimasi berbagai kebutuhan yang diperlukan dalam pembangunan fisik pengelolaan air bersih. Dari perencanaan inilah dapat diprediksi keberhasilan sebuah lembaga pengelolaan air bersih berjalan atau tidak.
- f. **Seksi Logistik**  
Bagian logistik berperan memasok berbagai kebutuhan bahan-bahan atau barang-barang ketika pembangunan fisik pengelolaan air bersih sedang berjalan ataupun sesudahnya. Bagian tersebut juga berfungsi sebagai pemasok bahan baku yang dibutuhkan dalam pengelolaan air bersih.

- g. **Seksi Distribusi**  
Bagian distribusi merupakan faktor yang paling penting dibangun dalam pengelolaan air bersih. Seksi tersebut berkaitan dengan pembangunan jaringan air bersih yang disalurkan ke rumah tangga yang ada di Desa Ligarmukti.
- h. **Seksi Lingkungan**  
Bagian lingkungan berperan penting menjaga kelestarian lingkungan di sekitar sumber mata air dari berbagai eksploitasi sumber daya yang saat ini marak dilakukan di wilayah Desa Ligarmukti. Penambangan batu kapur yang dilakukan beberapa perusahaan semen sangat berpotensi mengancam keberadaan sumber mata air di Desa Ligarmukti.
- i. **Seksi Penyuluhan**  
merupakan bagian yang sangat penting dalam memberikan pemahaman bagi masyarakat tentang arti penting air bagi kehidupan manusia. Seksi penyuluhan tersebut juga berfungsi mendampingi masyarakat jika menghadapi masalah yang berkaitan dengan pengelolaan air bersih.
- j. **Seksi Penyelesaian Konflik**  
Seksi penyelesaian konflik menjadi bagian yang sangat penting dalam meredakan keresahan masyarakat ketika ada permasalahan dalam pengelolaan air bersih. Seksi ini diharapkan selalu bersama seksi penyuluhan secara terus-menerus dalam memberikan pemahaman bagi masyarakat tentang arti kebersamaan dalam pengelolaan air bersih.

**Catatan:**

- a. Seksi perencanaan, seksi logistik, seksi distribusi, dan seksi lingkungan merupakan empat seksi untuk aspek teknik dalam pengelolaan air bersih di Desa Ligarmukti. Seorang ahli teknik sangat diperlukan untuk mendesain secara makro tentang pengelolaan air bersih di Desa Ligarmukti. Ia juga sangat diperlukan untuk mengawasi jalannya pengelolaan air bersih secara keseluruhan.

Oleh karena itu, keempat seksi tersebut secara bersama-sama menggerakkan roda pengelolaan air bersih, mulai dari hulu hingga hilir.

- b. Seksi penyuluhan dan seksi penyelesaian konflik merupakan representatif dari kehadiran aspek sosial dalam lembaga pengelolaan air bersih Desa Ligarmukti. Bidang sosial kemasyarakatan sangat diperlukan untuk mengetahui perilaku masyarakat berkaitan dengan pengelolaan air bersih. Bidang tersebut juga berperan menjembatani berbagai kebutuhan masyarakat dalam kaitannya dengan pengelolaan air bersih. Keberadaan bidang tersebut kiranya dapat meredam terjadinya konflik di antara kelompok masyarakat di Desa Ligarmukti.

#### **4. Fungsi-Fungsi Struktur Kelembagaan Cowarmoka**

Fungsi struktur organisasi atau kelembagaan merupakan sebuah uraian tugas pokok dari seseorang yang akan menduduki posisi tertentu dalam kelembagaan pengelolaan air bersih. Fungsi tersebut harus dijalankan demi terwujudnya pengelolaan air bersih berbasis masyarakat di Desa Ligarmukti.

- a. Perwakilan Komunitas Dusun
  - 1) Menjembatani berbagai kebutuhan masyarakat dalam kaitan dengan air bersih.
  - 2) Menguasai berbagai persoalan yang berkembang di dalam masyarakat.
- b. Manajer Pengelola
  - 1) Mengorganisasi seluruh kegiatan pengelolaan air bersih yang ada di Desa Ligarmukti.
  - 2) Mengawasi seluruh kegiatan pengelolaan air bersih yang ada di Desa Ligarmukti, dari tingkat bagian sampai tingkat seksi hingga air terdistribusi secara merata kepada masyarakat.
  - 3) Secara rutin setiap bulan mengevaluasi pengelolaan air bersih yang dilakukan jajaran di bawahnya.

- 4) Berfungsi menggerakkan semua manajemen SDM secara bersama-sama dan sistematis dalam pengelolaan air bersih.
  - 5) Berfungsi mengawasi seluruh kegiatan yang dilakukan oleh semua SDM (staf) yang terlibat secara langsung dalam pengelolaan air bersih.
  - 6) Melakukan evaluasi dan meminta pertanggungjawaban secara rutin setiap bulan dari manajer pengelolaan terhadap pengelolaan air bersih yang dilakukan selama ini.
- c. Seksi Keuangan
- 1) Mengelola seluruh sumber keuangan yang berasal dari pengelolaan air bersih.
  - 2) Membukukan semua peristiwa keuangan, baik pemasukan maupun pengeluaran, yang terkait dengan pengelolaan air bersih.
- d. Seksi Perencanaan
- 1) Membuat perencanaan secara detail tentang pembangunan infrastruktur pengelolaan air bersih.
  - 2) Membuat perencanaan tentang SDM pengelolaan air bersih.
  - 3) Membuat perencanaan penerima manfaat dari ketersediaan air bersih.
  - 4) Membuat perencanaan hingga pendistribusian air bersih ke masyarakat.
- e. Seksi Logistik
- 1) Menyiapkan semua keperluan peralatan untuk pengelolaan air bersih (instalasi air bersih).
  - 2) Menyiapkan semua sumber daya yang optimal untuk memperlancar pengelolaan air bersih.
- f. Seksi Distribusi
- 1) Mempersiapkan semua infrastruktur penyaluran air bersih.
  - 2) Mengontrol semua jaringan dari hulu hingga hilir.
  - 3) Memastikan setiap rumah tangga memperoleh air bersih.

- 4) Melaporkan segera jika terjadi persoalan yang berkaitan dengan penyaluran air bersih ke masyarakat.
  - 5) Bertanggung jawab mengontrol semua kejadian yang berkaitan dengan distribusi air bersih.
- g. Seksi Lingkungan
- 1) Berperan mengendalikan lingkungan di sekitar sumber mata air.
  - 2) Menjaga sumber mata agar tidak tercemar.
  - 3) Melestarikan lingkungan di sekitar lokasi sumber mata air.
- h. Seksi Penyuluhan
- 1) Memberikan pemahaman kepada masyarakat tentang arti penting air bagi kehidupan manusia.
  - 2) Memberikan pemahaman kepada masyarakat bahwa sumber daya air tidak selamanya mengalir.
  - 3) Mendampingi masyarakat jika menghadapi masalah yang berkaitan dengan pengelolaan air bersih.
- i. Seksi Penyelesaian Konflik
- 1) Berfungsi meredam keresahan masyarakat ketika ada permasalahan dalam pengelolaan air bersih.
  - 2) Memberikan pemahaman kepada masyarakat tentang arti kebersamaan dalam pengelolaan air bersih.
  - 3) Mampu menyelesaikan konflik yang terjadi di dalam masyarakat yang berkaitan dengan pengelolaan air bersih.

## 5. Aturan Main Kelembagaan Cowarmoka

Aturan main pengelolaan air bersih merupakan hasil kesepakatan dari berbagai kelompok masyarakat di Desa Ligarmukti. Hal ini karena mereka yang akan menjalankan manajemen pengelolaan tersebut dan mereka pula yang menentukan berbagai kriteria SDM yang menduduki jabatan dalam kelembagaan model Cowarmoka.

- a. Perwakilan Komunitas Dusun
  - 1) Tokoh yang menjadi panutan masyarakat.
  - 2) Pernah mengikuti kursus manajemen konflik.
  - 3) Dapat secara cepat melihat persoalan yang berkembang di dalam masyarakat.
- b. Manajer Pengelola
  - 1) Mempunyai *leadership* dalam menggerakkan sebuah organisasi.
  - 2) Harus mengetahui seluk-beluk sebuah manajemen organisasi, baik yang berkaitan langsung dengan pengelolaan air bersih maupun tidak.
  - 3) Mempunyai pengalaman dalam memimpin sebuah organisasi yang berbasis bisnis.
  - 4) Mempunyai kemampuan manajerial pengelolaan air bersih.
  - 5) Memahami persoalan yang berkembang di dalam masyarakat mengenai pengelolaan air bersih.
  - 6) Berpengalaman dan pernah mengelola sebuah usaha.
- c. Seksi Keuangan
  - 1) Mempunyai pengetahuan tentang akuntansi keuangan.
  - 2) Memahami seluk-beluk pembukuan keuangan dalam sebuah perusahaan.
- d. Seksi Perencanaan
  - 1) Mengerti tentang manajemen perencanaan.
  - 2) Memahami seluk-beluk tentang manajemen perencanaan.
  - 3) Berpengalaman menangani perencanaan sebuah kegiatan pembangunan.
  - 4) Pernah bekerja pada konsultan perencanaan.
  - 5) Mempunyai pengetahuan tentang teknik dan seluk-beluk pengelolaan air bersih.
  - 6) Memahami tentang *quality control* dalam pengelolaan air bersih.

- e. Seksi Logistik
  - 1) Memahami seluk-beluk peralatan yang diperlukan untuk kepentingan pengelolaan air bersih.
  - 2) Memahami persoalan tentang distribusi yang berkaitan pengelolaan air bersih.
- f. Seksi Distribusi
  - 1) Mempunyai pengetahuan tentang teknik pembuatan instalasi perpipaan.
  - 2) Menguasai manajemen distribusi air.
- g. Seksi Lingkungan
  - 1) Memiliki pengetahuan tentang kondisi lingkungan di sekitar Desa Ligarmukti.
  - 2) Mampu mengajak masyarakat untuk bersama-sama menjaga lingkungan.
  - 3) Mampu mengendalikan terjadinya kerusakan lingkungan, baik karena pembalakan liar maupun kegiatan pertambangan.
- h. Seksi Penyuluhan
  - 1) Menguasai bidang konseling.
  - 2) Biasa bekerja dengan berbagai *stakeholder* berbagai karakteristik.
- i. Seksi Penyelesaian Konflik
  - 1) Mengetahui manajemen konflik.
  - 2) Mampu mengendalikan seandainya terjadi konflik di dalam masyarakat.

Sebagai catatan, semua aturan main tersebut merupakan kesepakatan bersama di antara kelompok masyarakat dalam menjalankan kelembagaan pengelolaan Cowarmoka. Aturan main tersebut selanjutnya dituangkan dalam anggaran dasar (AD) dan anggaran rumah tangga (ART) untuk dijadikan pedoman sekaligus dipatuhi dalam pengelolaan air bersih di Desa Ligarmukti. Dalam AD/ART, dicantumkan juga berbagai *reward* dan *punishment* bagi anggota masyarakat

yang menerima manfaat pengelolaan air bersih tersebut. AD/ART itu dibuat dengan maksud agar masyarakat dapat menikmati air bersih secara merata. Namun, yang lebih penting adalah agar kelestarian sumber daya air di Desa Ligarmukti terjaga.

### **C. Implementasi Model Kelembagaan Cowarmoka**

Model pengelolaan Cowarmoka sebenarnya merupakan sintesis dari berbagai model yang telah diujicobakan dalam pengelolaan air bersih di Desa Ligarmukti. Model tersebut secara maksimal telah memberikan ruang bagi keterwakilan masyarakat dalam pengelolaan air bersih. Bahkan, di antara kelompok masyarakat juga diberi ruang untuk memberikan masukan kebijakan yang langsung berhubungan dengan manajer pengelola. Dengan model tersebut, pengelolaan air bersih dapat berjalan dengan lancar karena masyarakat lokal tidak hanya menjadi objek, tetapi juga subjek dalam pengelolaan air bersih.

Model pengelolaan Cowarmoka merupakan sebuah model baru dalam pengelolaan air bersih untuk diterapkan di daerah karst yang sangat rawan terhadap ancaman perubahan lingkungan. Salah satu ancaman tersebut adalah banyak kegiatan eksploitasi, khususnya penambangan batu kapur di sekitar Desa Ligarmukti, terutama oleh perusahaan-perusahaan besar yang bergerak di bidang pabrik semen. Oleh karena itu, dalam struktur organisasi kelembagaannya, sengaja dimasukkan seksi lingkungan agar masyarakat yang duduk di dalamnya dapat mengawasi berbagai aktivitas yang bisa membahayakan lingkungan.

Sebagai catatan, model pengelolaan Cowarmoka merupakan pengejawantahan integrasi model IWRM dan CBRM/CBNRM. Integrasi kedua model tersebut telah melahirkan sesuatu yang disebut dengan kelembagaan, yang ditopang oleh tiga aspek dalam konsep IWRM dan tiga aspek dalam konsep CBRM/CBNRM. Ada tiga komponen utama dalam model IWRM, yaitu aspek teknis, aspek sosial, dan aspek kelembagaan. Sementara itu, dalam model CBRM/CBNRM terdapat aspek kebijakan, pemilihan skala dalam pengelolaan, dan akses terhadap sumber daya.

Kedua model tersebut saling komplementer dalam menunjang terbentuknya model pengelolaan Cowarmoka. Dalam model IWRM, dijelaskan bahwa pengelolaan sumber daya air akan berhasil dan berkelanjutan serta mencakup seluruh Desa Ligarmukti jika terdapat suatu badan pengelola khusus yang menanganinya. Sementara itu, menurut konsep CBNRM, aspek pengelolaan akan berkelanjutan apabila dibentuk berdasarkan kebutuhan dan keinginan masyarakat lokal atau dengan kata lain berbasis masyarakat. Namun, semua itu tidak cukup jika tidak mendapat dukungan legalitas dari pengambil kebijakan, baik dari tingkat desa maupun kecamatan hingga kabupaten.

### Daftar Pustaka

- Alihar, F., Marganingrum, D., Lubis, R. F., Maria, R., Purwoarminta, A., Soetopo, T., ... Pradipta, L. (2017). *Pengujian model kelembagaan sosial pengelolaan air bersih berbasis masyarakat di daerah karst*. Laporan Akhir Kegiatan Penelitian Labsos Kedeputian IPSK LIPI. Jakarta: Kedeputian IPSK LIPI.
- Astuty, D., & Ernani. (2015). *Kinerja BUMD Provinsi Jawa Barat dalam Badan Usaha Milik Daerah (BUMD): Antara harapan dan kenyataan*. Jakarta: Pusat Penelitian Ekonomi LIPI.
- Kantor Desa Ligarmukti. (2017). *Catatan Administrasi Perkantoran*. Bogor: Desa Ligarmukti.
- Pomeroy, R. S., Katon, B. M., & Harkes, I. (2001). Conditions affecting the success of fisheries co-management: Lessons from Asia. *Marine Policy*, 25, 197–208.
- Soekarni, M. (2015). Dinamika implementasi pengembangan ekonomi Nusa Tenggara Timur. Dalam Ganewati Wuryandari (ed.). *Pengembangan Wilayah Nusa Tenggara Timur dari Perspektif Sosial: Analisis Pelaksanaan Kebijakan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Syarif, H. (2002). *Refleksi realitas otonomi daerah dan tantangan ke depan*. Jakarta: Penerbit Pustaka Quantum.
- Sjarief, R. (2002). Pengelolaan sumberdaya air. *Jurnal Disain dan Konstruksi*, 1(1), Juni 2002.
- TKPSDA. (2003). *Pedoman teknis pengelolaan daerah aliran sungai terpadu. Draft Final Report*. Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Citarum.



## BAB IX

# Agenda Pengujian Model Pengelolaan Cowarmoka

*Soekarni*

Laboratorium Sosial (Labsos) Pengujian Model Kelembagaan Sosial Pengelolaan Air Bersih di Daerah Karst telah dilakukan selama dua tahun (2016–2017). Pada tahun pertama, pengujian model tersebut berfokus mengidentifikasi berbagai persoalan yang berkaitan dengan kelembagaan. Berdasarkan berbagai temuan tahun pertama, pada tahun kedua pengujian model tersebut difokuskan untuk mencari formula sekaligus menyempurnakan model pengelolaan air bersih yang sebenarnya.

Melalui beberapa kali uji coba yang selalu mengikutsertakan masyarakat lokal di dalamnya, terlihat bahwa bentuk model pengelolaan air bersih yang diinginkan sesuai dengan kondisi fisik dan sosial masyarakat di daerah pedesaan. Pada dasarnya, model ini merupakan kombinasi antara konsep *integrated water resource management* (IWRM) dan *community based natural resource management* (CBNRM). Untuk penerapan konsep IWRM, dibutuhkan sebuah

Buku ini tidak diperjualbelikan.

badan pengelola guna meredam konflik dalam perebutan sumber mata air. Ada tiga aspek yang terdapat dalam konsep IWRM, yaitu aspek teknis, aspek sosial, dan aspek kelembagaan. Sementara itu, dari konsep CBNRM terdapat tiga komponen utama sebagai pilar dalam pengelolaan sumber daya air, yaitu aspek kebijakan, pemilihan skala dalam pengelolaan, dan akses terhadap sumber daya.

Perpaduan konsep IWRM dan CBRM/CBNRM, ditambah dengan kombinasi masyarakat lokal, telah melahirkan model kelembagaan sosial pengelolaan air bersih di Desa Ligarmukti, yang dinamakan sebagai model pengelolaan *Community Water Resources Management on Karst Area* (Cowarmoka).

Model Cowarmoka merupakan sebuah inovasi baru, khususnya bagi masyarakat di daerah pedesaan karena pengelolaan air bersih melibatkan seluruh elemen masyarakat yang sesuai dengan potensi masing-masing. Model pengelolaan Cowarmoka merupakan model pengelolaan air bersih yang berkelanjutan karena beberapa unsur di dalam kelembagaannya ada yang secara khusus memperhatikan dan menangani kelestarian sumber daya alam.

Sebagai catatan, salah satu tantangan utama dalam kelembagaan pengelolaan air bersih adalah persoalan biaya, baik untuk pembangunan instalasi maupun operasional pengelolaannya. Kedua persoalan tersebut tentunya harus segera dipecahkan agar kelembagaan pengelolaan Cowarmoka segera terwujud dan berjalan sebagaimana mestinya. Faktor biaya tersebut merupakan kendala utama yang harus segera dipecahkan dalam rangka beroperasinya sebuah kelembagaan pengelolaan air bersih. Hal ini berkaitan dengan pembangunan infrastruktur, baik instalasi jaringan maupun instalasi pengolahannya sendiri.

Salah satu cara untuk mengatasi pembiayaan pengelolaan air bersih tersebut adalah pihak kelembagaan pengelolaan Cowarmoka harus segera berkoordinasi dengan pemerintah desa, yang nantinya diteruskan ke Pemerintah Kecamatan Klapanunggal dan Pemerintah

Kabupaten Bogor. Dana desa merupakan salah satu alternatif yang dapat dimanfaatkan untuk pembiayaan pembangunan infrastruktur pengelolaan air bersih di Desa Ligarmukti. Seandainya dana desa tersebut dapat dipergunakan untuk sementara, badan usaha milik desa (BUMDes) dapat berperan besar dalam membantu berjalannya pengelolaan air bersih tersebut karena manajemennya masih kekurangan anggaran dan sumber daya manusia.

Persoalan biaya operasional kelembagaan pengelolaan Cowarmoka dapat diatasi dengan cara menarik iuran dari warga masyarakat yang secara langsung menerima manfaat air bersih. Namun, penarikan iuran tersebut tentunya harus mendapat persetujuan dan tidak memberatkan masyarakat sebagai penerima manfaat. Penarikan iuran tersebut harus dibuatkan payung hukumnya agar tidak ada persoalan di kemudian hari. Caranya adalah dengan jalan mendaftarkan kelembagaan pengelolaan Cowarmoka kepada notaris.

Sementara itu, untuk mengatasi persoalan sumber daya manusia (SDM), kelembagaan pengelolaan Cowarmoka perlu belajar lebih banyak tentang pengelolaan air bersih, baik secara langsung maupun tidak langsung, melalui transfer pengetahuan dan teknik. Bagian yang bertanggung jawab terhadap semua proses transfer tersebut bukan hanya bagian teknik, melainkan juga bagian sosial-kemasyarakatan. Transfer kedua bidang tersebut harus berjalan beriringan karena bidang teknik tidak mungkin berjalan sendiri tanpa dukungan bagian sosial.

Walaupun menghadapi banyak kendala, model kelembagaan pengelolaan air bersih berbasis masyarakat di daerah karst dapat diterapkan di daerah lain dengan karakteristik yang sama. Hal ini mengingat saat ini banyak sekali daerah pedesaan yang memiliki sumber daya air dengan tipe mata air karst, tetapi belum dimanfaatkan secara optimal. Model kelembagaan Cowarmoka diharapkan dapat membantu mengatasi berbagai persoalan yang berkaitan dengan pengelolaan air bersih di daerah lainnya, terutama di daerah karst.

Perlu disadari bahwa pembentukan sebuah kelembagaan pengelolaan air bersih dengan model Cowarmoka memerlukan ketekunan dan kesabaran karena secara langsung berhubungan dengan masyarakat. Masyarakat dalam hal ini bukan hanya objek, melainkan juga subjek dalam pengelolaan air bersih tersebut. Oleh karena itu, untuk menjaga kesinambungan pengelolaan air bersih tersebut agar tetap berjalan sebagaimana mestinya, ada beberapa aspek yang harus diperhatikan, sebagai berikut.

1. Peningkatan kapasitas dan pengetahuan masyarakat, terutama melalui pendidikan dan pelatihan mengenai pengelolaan air bersih.
2. Perlu menjaga harmonisasi masyarakat, terutama yang berkaitan dengan pengelolaan air bersih yang memanfaatkan berbagai mata air, yang biasanya dimanfaatkan oleh warga desa.
3. Perlu regulasi untuk menjaga keberlangsungan berbagai sumber daya alam, khususnya sumber mata air.
4. Perlu memanfaatkan seluruh potensi sumber dana yang ada, dalam kasus Desa Ligarmukti dapat menggunakan dana *corporate social responsibility* (CSR) yang diberikan oleh beberapa perusahaan semen untuk kegiatan produktif, terutama untuk pengelolaan air bersih.

## Daftar Pustaka

- Amri, A. (2011). Ketersediaan air bersih di Indonesia tinggal 25 persen. *Media Indonesia*, 27 April 2011.
- Gutomo, B. A., Alihar, F., Zaelani, A. A., & Cahyadi, R. (2004). *Reposisi institusi pengelolaan DAS, untuk pengembangan partisipasi masyarakat, studi di DAS Ciliwung*. Jakarta: Pusat Penelitian Kependudukan LIPI.
- Dahlan, T. A. (2007). *Pelaksanaan Pengadaan tanah guna proyek pembangunan Waduk Jatibarang di Kota Semarang*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Hunter, L. (2001). Population and environment: A complex relationship in population matters policy brief. (<http://www.rand.org/pubs/research-brief/RB504/index1.html>).
- IPSK, LIPI. (2013). *Data pengembangan baseline data laboratorium Sosial Desa Ligarmukti*. Jakarta: IPSK LIPI.
- Kementerian Dalam Negeri. (2007). Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 2, Tahun 2007 tentang Organisasi dan Kepegawaian PDAM. Jakarta: Kementerian Dalam Negeri.
- Kementerian Dalam Negeri. (2010). Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 48, Tahun 2010 tentang Penerimaan hibah dari Pemerintah Pusat kepada Pemerintah Daerah dan penyertaan modal Pemerintah Daerah kepada PDAM dalam rangka penyelesaian hutang PDAM kepada Pemerintah Pusat secara non kas. Jakarta: Kementerian Dalam Negeri.
- Surtiari, G. A. K., Alihar, F., Cahyadi, R., dan Sutopo, T. (2012). *Adaptasi masyarakat perkotaan terhadap perubahan ketersediaan sumberdaya air, kasus Kota Semarang*. Jakarta: PPK LIPI.
- Khristanto, A. (2015). *Kaligarang masih mampukah* disampaikan dalam Seminar Kaligarang dan Tata Kelola Air di Kota Semarang, diselenggarakan oleh PDAM Tirtamodal Kota Semarang.
- Maryono. 2011. *Menilai aksesibilitas air minum, studi kasus : Aksesibilitas air bersih penduduk miskin di Kota Semarang*. Semarang: Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Diponegoro.
- Mujiyani, Rachmawati, L. & Hidayati, D. (2006). *Pemetaan penduduk, lingkungan dan kemiskinan: provinsi-provinsi Indonesia*. Jakarta: Pusat Penelitian Kependudukan LIPI.
- Rochmah, S. (2015). *Kebijakan pelayanan: Studi pada kebijakan pelayanan air bersih*. Malang: Universitas Brawijaya Press.

- Sanim, B. (2011). *Sumberdaya air dan kesejahteraan publik, suatu tinjauan teoritis dan kajian praktis*. Bogor: IPB Press.
- UN General Assembly. (2010). *General; Comment No. 15. The Right to water. ResolutionA/RES64/29*.
- UN-Water. (2013). *Water security and the Global water agenda : A UN-Water analytical brief*. Ontario, Canada: UNU-INWEH.
- Zulkarnain, I. (2011, 19 September). Lemahnya manajemen pengelolaan air Bersih. *Kompas*,
- Boelens, R., Gelles, P. H., & Zwarteveen. M. (2011). *Water Right and Politics in Andean, Water Policy Reform*. Wageningen: Wageningen University Press.

# Indeks

- Adaptasi, 17  
Air, 1–16, 23, 25, 28–32, 35, 37–49,  
52–4, 57–61, 63–6, 69–75,  
77, 78, 80–2, 85–94, 96–98,  
101, 102, 104–13, 115, 116,  
119–37, 139–68  
Akifer, 94  
Aksesibilitas, 73, 122  
Akuntabilitas, 152, 153  
Alam, 1, 2, 10, 16  
Alam, 10  
Alternatif, 110  
Analisis, 19, 20, 39, 67, 71, 75, 83,  
91, 98, 107, 132, 142, 144  
Ancaman, 4, 32, 48, 116, 124–27,  
148, 151, 163  
Area, 12, 136, 139, 166  
Aturan, 144, 160, 162  
  
Bahaya, 48, 116  
Balai, 24, 25  
Basic, 128  
Bencana, 5, 23, 31, 32, 59, 63  
Berkelanjutan, 5, 6, 15, 22, 34, 41,  
47–51, 58, 70, 75, 86, 115,  
136, 137, 143, 146, 152, 164,  
166  
Bersih, 6–8, 10–13, 15, 16, 23, 28,  
31, 32, 35, 37, 40, 47, 52, 58,  
59, 69–71, 75, 77, 85–9, 101,  
102, 107–09, 111, 112, 115,  
116, 119–24, 127, 129–37,  
139–41, 144–63, 165–68  
BUMDes, 121, 132, 146, 150, 152,  
153, 154, 155, 167  
CBNRM, 12–5, 17, 37, 40, 47,  
49–54, 139, 143, 144, 146,  
152, 153, 163–66  
CBRM, 12–5, 17, 37, 40, 47–50, 53,  
54, 143, 146, 152, 163, 166  
Cibulakan, 60, 101, 104, 107, 109  
Cigadog, 60, 106, 107, 109  
Ciliwung, 7, 18, 23, 24–6, 34–6  
Cimerak, 60, 104, 120  
Cinyukruk, 44, 60, 106, 107, 109,  
133  
Cipancur, 60, 101, 104, 106, 107,  
109, 127, 131  
Co-management, 22, 55, 164  
Cowarmoka, 12, 15¥7, 37, 53, 54,  
85, 115, 136, 139, 140–44,  
146, 147, 149–51, 153–55,  
158, 160, 162–68, 171  
CSR, 28, 125, 146, 168  
  
Desa, 8, 10–3, 15, 16, 21, 28, 32,  
35–40, 43–5, 47–9, 52, 54,  
58–67, 70–2, 74–8, 80–2,  
85–91, 93, 94, 96–108, 110–  
12, 114, 116–32, 134–37,  
139–51, 153–55, 157, 158,  
160, 162–64, 166–68  
Discontinuity, 5

- Ekonomi, 1, 2, 5, 12, 15–7, 24,  
42–4, 46, 48, 57, 59, 71, 75,  
88, 118, 130, 154
- Ekosistem, 57, 67, 137
- Eksplorasi, 10, 125, 126, 142, 148,  
157, 163
- Evaluasi, 6, 12, 48, 52, 116, 131, 159
- Existing, 130, 131
- Fasilitas, 71, 89, 129
- FGD, 74, 76, 118, 120–22, 129, 139,  
140, 144, 154, 155
- Fungsional, 28
- Gamping, 19, 66, 95
- Gampong, 29, 30
- Geuchik, 29, 30
- Heterogen, 26
- Hipotesis, 37
- Imum, 29, 30
- Indikator, 2, 5, 16, 69–71, 73, 86
- Indonesia, 2, 3, 6–8, 10, 11, 18, 28,  
29, 36, 49, 52, 55, 56, 67,  
137, 151
- Indonesia Power, 28, 29
- Infrastruktur, 3, 35, 49, 87, 101,  
106, 112, 129, 150, 151, 159,  
166, 167
- IPB, 11, 23
- Jakarta, 15, 18, 19, 23, 24, 36, 55, 82,  
91, 113, 114, 137, 141, 164
- Kabupaten, 8, 11, 23, 27, 54, 67,  
78, 82, 87, 96, 114, 126, 139,  
141, 150, 167
- Karst, 8–12, 16, 32, 35, 38, 39, 43,  
45, 46, 57–63, 65, 66, 70, 71,  
78, 81, 85–7, 91, 93–7, 99,  
102, 110, 116, 124, 139, 142,  
143, 163, 167
- Kawasan, 1, 8, 9, 10, 11, 16, 22, 26,  
31, 38, 39, 45, 57, 58, 61, 63,  
65, 81, 85, 86, 91, 93, 101,  
117, 119, 142
- Kelembagaan, 3, 7, 12, 13, 17, 21,  
24–6, 30–3, 42–6, 49, 52,  
57, 58, 66, 87, 106, 120–22,  
129–32, 139–46, 148–56,  
158, 160, 162, 163, 165–68
- Keluarga, 122, 141
- Kemampuan, 48, 71–3, 75, 94, 116,  
119, 129, 136, 137, 141, 152,  
161
- Kemiringan, 62, 91, 92, 97, 99
- Kepedulian, 48, 116, 118, 119, 123,  
135
- Kesadaran, 39, 48, 116, 136, 154
- Kesejahteraan, 2, 4, 11, 16, 22, 33,  
49, 59, 69, 70, 126, 128, 141
- Ketersediaan, 1–3, 5, 8, 10, 11, 13,  
31, 35, 38, 41–4, 46, 48, 54,  
60, 69–74, 77, 91, 92, 94,  
101, 102, 105–09, 122, 124,  
128, 152, 159
- Klapanunggal, 8, 37, 38, 61, 62, 67,  
71, 85, 87, 91–3, 96, 110,  
113, 139, 150, 166
- Kompleks, 24, 27, 41, 43, 145
- Komponen, 3, 4, 41, 46, 50, 52–4,  
71–4, 76, 80, 81, 143, 154,  
163, 166
- Konflik, 2, 3, 5, 6, 22, 31, 33, 38, 46,  
51, 52, 65, 87, 106, 119, 121,  
131, 133, 135, 144, 147, 149,  
156–58, 160–62, 166

- Konservasi, 38, 39, 48, 52, 58, 65,  
66, 72, 78, 81, 82, 87, 115,  
116, 119, 122, 123, 134, 142
- Konstruksi, 48, 112, 129, 152
- Laboratorium, 67, 75, 140, 165
- Labsos, 165
- Ligarmukti, 8, 10–3, 15, 16, 21, 28,  
32, 35, 37–40, 43–5, 47–9,  
52, 54, 58–67, 69–72, 74,  
76–82, 85–91, 93, 94, 96–  
108, 110–12, 114, 116–37,  
139–51, 153–55, 157, 158,  
160, 162–64, 166–68
- LIPI, 19, 36, 52, 67, 82, 114, 118,  
137, 151
- Management, 12, 18, 19, 21, 23, 26,  
29, 32, 54–6, 83, 136, 139,  
166
- Mekanisme, 5, 9, 14, 17, 22, 51, 52,  
86
- Norma, 39, 46–8, 50, 115, 116, 132,  
134, 153, 154
- Operasional, 54, 122, 130, 147, 149,  
156, 166, 167
- Otonomi, 18, 26, 36, 55
- Pelaksanaan, 2, 6, 12, 22, 25, 29–31,  
43, 48, 52, 116, 121, 131, 154
- Pemanfaatan, 21, 22, 33, 46, 47, 48,  
49, 71, 75, 105, 116, 150
- Pemangku kepentingan
- Pemenuhan, 31, 35, 41, 85–7, 90,  
104
- Penampungan, 92, 108, 109, 112
- Penelitian, 9, 23, 26, 36, 48, 67, 74,  
75, 82, 88, 98, 114, 151
- Pengendalian, 3, 45, 52, 59, 129,  
142, 147, 148
- Pengujian, 165
- Penyediaan, 36, 59, 106, 107, 113,  
154
- Penyulhan, 157, 160, 162
- Perencanaan, 6, 12, 22, 48, 58, 86,  
87–9, 99, 116, 131, 147, 148,  
149, 156, 157, 159, 161
- Pipa, 44, 77, 87, 105, 106, 109, 119,  
131, 133, 145, 149
- Ponor, 93
- Primer, 59, 65, 95
- Prinsip, 21, 141, 153
- Privat, 21
- Properties, 5, 143
- Qanun, 29
- Quality, 161
- Rekomendasi, 81
- Rekonstruksi, 1, 7, 13–5, 37, 41
- Resapan, 10, 38, 45, 61, 65, 66
- Resource, 18, 19, 55
- Sektor, 21, 26, 33, 46, 62, 65, 79,  
118, 129
- Sekunder, 8, 95
- Sistem, 2, 3, 5, 6, 7, 12, 15, 16, 27,  
28, 32, 33, 39, 43, 44, 46, 52,  
54, 59, 61, 71, 72, 82, 87–9,  
90, 94, 101, 105–08, 110,  
112, 121, 128, 140

Sosial, 1-3, 5-7, 12, 13, 15-7, 22,  
 23, 25, 30, 33, 39, 42-4,  
 46-9, 51, 52, 57, 65, 71, 88,  
 115, 116, 118, 122, 124, 126,  
 128, 130, 132, 133, 135, 140,  
 143, 145, 147, 149, 151, 152,  
 154, 156, 158, 163, 165-67

Struktur, 17, 61, 73, 124, 140,  
 153-55, 158, 163

Teknologi, 48, 52, 86, 101, 127, 143,  
 152

Terminologi, 7, 8, 45

Terpadu, 13, 22, 26, 37, 39, 41, 42,  
 58, 108, 120, 140

Topografi, 8, 61, 71, 85, 91, 92, 96,  
 99, 109

Undang-undang, 8

UN-Water, 3, 5, 20

urgensi, 10, 129

Variabel, 19, 72, 77, 82

Waduk, 2-9, 34, 92

Wilayah, 1-5, 8, 10-5, 22-4, 34,  
 38, 39, 47, 57, 59, 60, 62-6,  
 70-3, 76, 82, 85-7, 90-2, 96,  
 97, 99-101, 108, 122, 140,  
 142, 157

Buku ini tidak diperjualbelikan.

# Biografi Editor

## Syarif Hidayat



Lahir di Lampung Selatan, pada tanggal 27 Agustus 1965. Jenjang pendidikan Strata Satu (S1) diselesaikan di Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Nasional, Jakarta (1989). Program Master Leading to Ph. (Februari 1994 sampai dengan Februari 1999) ditempuh di the Department of Asian Studies, Flinders University, South Australia, dengan disertasi berjudul: *Decentralised Politics in a Centralised Political System: A Study of Local State Power in West Java and West Sumatra in New Order Indonesia*. Pada saat ini bekerja sebagai peneliti di Pusat Penelitian Ekonomi (P2E-LIPI). Karya yang telah dipublikasi dalam bentuk buku di antaranya adalah: *Refleksi Realitas Otonomi Daerah dan Tantangan ke Depan*, Jakarta: PT Pustaka Quantum (2000); *Kegamangan Otonomi Daerah*, Jakarta: PT Pustaka Quantum (2004); “Hidden Autonomy: Understanding the Nature of Indonesian Decentralisation on a day-to-day Basis”, dalam Erb, Maribet, dkk. (eds.), *Regionalism in Post-Suharto Indonesia*, London: Routledge Curzon (2005); “Business and Politics in Banten Newly Established Province”, dalam Henk Schulte Nordholt and Gerry Van Klinken (eds.) (2006), *Renegotiating Boundaries: Local Politics in Post-New Order Indonesia*, Leiden: KITLV; *Too Much To Soon: Local State's Perspective on and the Puzzle of Contemporary Indonesian Regional Autonomy Policy*, Jakarta: PT Rajawali Press (2007); *Quovadis Kawasan Ekonomi Khusus (KEK)*, Jakarta: PT Rajawali Press (2010); *Reformasi Setengah Matang*, Jakarta: PT Mizan Publika (2010).

## Muhammad Soekarni



Lahir di Payakumbuh, Sumatra Barat. Gelar Sarjana Ekonomi (SE) didapat dari Fakultas Ekonomi Universitas Andalas dan Magister Sains (M.Si.) dari Pascasarjana Universitas Indonesia. Pada saat ini berprofesi sebagai peneliti di Pusat Penelitian Ekonomi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (P2E-LIPI) dari 1997–sekarang. Selain itu, juga aktif sebagai dosen tidak tetap di Fakultas Ekonomi

Universitas Tarumanagara, Jakarta. Karya tulis yang dihasilkan berupa buku, artikel, dan tulisan bunga rampai tentang ekonomi dan perbankan syariah; serta tema-tema ekonomi pembangunan. Artikel terbaru yang telah dipublikasi dalam bentuk buku antara lain adalah Perkembangan dan Kinerja Pembiayaan Perbankan Syariah, dalam Buku M. Soekarni (Editor). *Kontribusi Perbankan Syariah dalam Mendukung Pembiayaan Usaha Menengah-Besar*. Jakarta: LIPI Press, 2016; Dinamika Implementasi Pengembangan Ekonomi Nusa Tenggara Timur; dalam buku: Ganewati Wuryandari (Editor). *Pengembangan Wilayah Nusa Tenggara Timur dari Perspektif Sosial*. Yogyakarta: Graha Ilmu (2015); dan Permasalahan dan Tantangan Industri Piranti Lunak dan Permainan Interaktif; dalam buku: Muhammad Soekarni dan Setiari Suhodo (Editor). *Dinamika Pengembangan Industri Kreatif Piranti Lunak (Software) dan Permainan Interaktif (Interactive Game)*. Yogyakarta: Elmatara (2015).

Buku ini tidak diperjualbelikan.

# Biografi Penulis

## Fadjri Alihar



merupakan seorang peneliti di bidang Ekologi Manusia pada Pusat Penelitian Kependudukan LIPI. Telah mengabdikan di LIPI semenjak tahun 1984 hingga sekarang. Menyelesaikan pendidikan Sarjana Geografi UGM pada tahun 1982 dan memperoleh Magister of Science kemudian pada Pascasarjana Bidang Studi Kependudukan UGM pada tahun 1988. Selanjutnya, memperoleh gelar Doctor (Ph.D.) di bidang Geografi Universitas Kassel Jerman pada tahun 1996. Bidang studi dan fokus penelitian yang ditekuni berkaitan dengan persoalan ekologi, perubahan lingkungan, dan kebencanaan. Aktif menulis berbagai artikel di berbagai jurnal ilmiah, baik yang ada di dalam maupun di luar LIPI. Selain itu, aktif menulis berbagai artikel yang berkaitan dengan lingkungan dan bencana di berbagai surat kabar (koran) ibukota.

## Dyah Marganingrum



adalah peneliti madya di Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI yang telah mengabdikan di LIPI sejak Maret 1999 hingga saat ini. Menyelesaikan studinya di Teknik Lingkungan ITB pada Oktober 1997, kemudian melanjutkan pendidikan magister di Jurusan Teknik dan Manajemen Industri ITB dan lulus pada Oktober 2000. Karena sangat konsisten terhadap isu lingkungan di sektor keairan, disertasi dengan topik manajemen sumber daya air diselesaikannya di program doktor Jurusan Teknik Lingkungan ITB pada Maret 2013 di bawah bimbingan Prof. Dr. Arwin Sabar, Dr. Ir. Dwina Roosmini, dan Dr. Pradono. Selain sektor keairan, fokus penelitian yang ditekuni saat ini adalah berbagai isu lingkungan yang terkait dengan konservasi, termasuk konservasi sumber daya air.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

## Rachmat Fajar Lubis



Merupakan peneliti madya di Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI yang telah mengabdikan di LIPI sejak Desember 2008 hingga saat ini. Menyelesaikan studinya di program studi Teknik Geofisika, Jurusan Teknik Geologi ITB pada bulan April 1996, kemudian melanjutkan pendidikan magister di bidang Hidrogeologi Jurusan Teknik Geologi ITB dan lulus pada bulan Maret 2000. Gelar doktor di bidang Hidrogeofisika diperoleh pada tahun 2008 di Chiba University, Jepang. Bidang penelitian dan fokus ilmu yang ditekuni adalah pengembangan ilmu air tanah di Indonesia, khususnya permasalahan air tanah di wilayah perkotaan (*Urban Hydrogeology*) dan jasa lingkungan air tanah (*Groundwater-Ecosystem Service Dependent*). Aktif menulis berbagai karya tulis ilmiah dan semi populer di berbagai media, baik yang ada di dalam maupun di luar LIPI, khususnya berkaitan dengan permasalahan lingkungan dan bencana terkait sumber daya air di Indonesia.

## Rizka Maria



Merupakan peneliti muda di Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI yang telah mengabdikan di LIPI semenjak bulan Desember 2003 hingga saat ini. Menyelesaikan pendidikan Sarjana Teknik Geologi di UPN pada tahun 2003, kemudian melanjutkan pendidikan magister di Jurusan Teknik Pertambangan ITB, program khusus hidrogeologi dengan topik thesis pengaruh perubahan tataguna lahan terhadap kondisi hidrogeologi di bawah bimbingan Prof. Dr. Komang Anggayana, M.Sc. dan Dr. Lilik Eko Widodo M.Sc., kemudian lulus pada tahun 2009. Aktif mengikuti organisasi keahlian, seperti Perhimpunan Ahli Airtanah Indonesia (PAAI) dan menulis karya tulis ilmiah, baik jurnal maupun prosiding. Bidang fokus penelitian yang ditekuni berkaitan dengan persoalan hidrogeologi, geologi lingkungan, kerentanan, dan konservasi sumber daya air.

## Ananta Purwoarminta



Merupakan peneliti muda di Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI yang telah mengabdikan di LIPI sejak tahun 2014 hingga saat ini. Menyelesaikan pendidikan Sarjana Geografi di UGM pada tahun 2005, kemudian melanjutkan pendidikan magister di di Jurusan Teknik Geologi UPN, program khusus hidrogeologi dengan topik hidrogeologi karst dan lulus pada tahun 2012. Aktif mengikuti organisasi keahlian, seperti Perhimpunan Ahli Airtanah

Indonesia (PAAI), dan menulis karya tulis ilmiah, baik jurnal maupun prosiding. Bidang fokus penelitian yang ditekuni berkaitan dengan persoalan hidrogeologi karst dan paleohidrologi.



# COWARMOKA

## LEMBAGA PENGELOLAAN AIR BERSIH BERBASIS MASYARAKAT

**C**owarmoka—*Community Water Resources Management on Karst Area*—merupakan pengelolaan air bersih berbasis masyarakat di daerah karst yang diprakarsai oleh tim peneliti dari Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cowarmoka lahir dari rahim sebuah program pengelolaan air bersih yang sebelumnya sudah dicanangkan di Desa Ligarmukti, Kecamatan Klapanunggal, Bogor.

Oleh para peneliti LIPI, lembaga pengelolaan air bersih yang sudah ada di Desa Ligarmukti tersebut dikaji dan dievaluasi melalui serangkaian kegiatan uji laboratorium sosial dan juga beberapa kali *focus group discussion* (FGD), seminar serta *workshop*. Semua pendapat, masukan, dan kritik dari para panelis selama kegiatan berlangsung menjadi catatan tersendiri dalam menyempurnakan model yang dibuat.

Dari kegiatan pengujian yang berlangsung selama tiga tahun tersebut diperoleh gambaran bahwa model yang sebelumnya sudah dicanangkan ternyata memiliki kekurangan. Seluruh kegiatan dari hulu sampai hilir murni dikendalikan oleh pemerintah tanpa melibatkan masyarakat. Absennya peran masyarakat ini sering kali kemudian menimbulkan konflik sosial.

Salah satu solusi untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan melahirkan model pengelolaan air bersih berbasis masyarakat yang disebut sebagai 'Cowarmoka'. Cowarmoka turut melibatkan peran aktif dan kreativitas masyarakat dalam mengelola air bersih di daerahnya. Tidak hanya cocok diterapkan di daerah karst, Cowarmoka ternyata juga cocok diterapkan di daerah-daerah yang kesulitan memperoleh air bersih.



**Diterbitkan oleh:**

LIPI Press, anggota Ikapi  
Gedung PDDI LIPI Lantai 6  
Jln. Jend. Gatot Subroto 10, Jakarta 12710  
Telp.: (021) 573 3465  
E-mail: [press@mail.lipi.go.id](mailto:press@mail.lipi.go.id)  
Website: [lipipress.lipi.go.id](http://lipipress.lipi.go.id)

ISBN 978-602-496-044-5

