



PENGELOLAAN AIR UNTUK KEHIDUPAN



**Dr. Ahmad Fathoni
Suharin, SP., M.S
Ida Wahyuni, SP., M.Si**

Dr. Ahmad Fathoni
Suharin, SP., M.S
Ida Wahyuni, SP., M.Si.

PENGELOLAAN AIR UNTUK KEHIDUPAN

FILOSOFIS INDONESIA PRESS

PENGELOLAAN AIR UNTUK KEHIDUPAN

by: Dr. Ahmad Fathoni, Suharin, SP., M.Si.,
Ida Wahyuni, SP., M.Si.

Editor:

Lalu Erwin Rahman, ST., MT.

Tata Letak:

Ahmad Akromul Huda, ST., MT.

Foto-Foto:

Uswatun Hasanah, S.Kom
Fathul Rakhman, S.Km

Desain Sampul:

Pangeran Apriono S., S.TP.

Ukuran :

Uk: 15.5x 21 cm

ISBN :

Hak Cipta 2024, Pada Penulis
Copyright © 2024 by Filosofis Indonesia Press
All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

Diterbitkan:

FILOSOFIS INDONESIA PRESS
Jl. Wonosari KM 8 Nomor 70, Banguntapan, Bantul – DI Yogyakarta,
55198
E-mail: filosofisid@gmail.com

PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim. Assalamualaikum, Wr.Wb.

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat *Allah Subhanahu Wata'aala* atas limpahan rahmat rahim-Nya, sehingga buku ini bisa kami selesaikan.

Buku ini adalah lanjutan dari Buku Hidrologi yang kami terbitkan di tahun 2023, untuk bisa berkontribusi terhadap literasi tentang pengelolaan air yang lebih baik di masa depan. Seiring dengan makin terbatasnya sumberdaya air dibutuhkan strategi pengelolaan air saat ini sudah demikian berkembang yang bisa dijadikan sebagai *tools* untuk perbaikan pengelolaan sumber daya air di masa depan.

Buku ini mengangkat pokok-pokok pikiran tentang masalah dan strategi pengelolaannya air. Kami mengajak para pihak yang memiliki *concern* terhadap isu-isu air baik masyarakat umum, peneliti, mahasiswa, dosen, lembaga pemerintah terkait, dan pihak-pihak yang berperan aktif dalam pengelolaan sumber-sumber air.

Sebagai wujud rasa syukur kami dalam menyelesaikan buku kedua kami ini, saya ingin menyampaikan rasa terima kasih saya kepada; 1) Keluarga kami tercinta, terutama orang-orang yang paling berjasa dalam hidup kami: kedua orang tua, istri, dan anak kami tercinta Kaji Al Faruq, Pu-jangga Al Hanif, Diraja Ashal Al Haq, Bidara Humaira F.,

Ciara Haifa F., Eijaz Anum Almira F.; 2) Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram, adalah sebuah kebanggaan menjadi bagian di insan akademik dan berpartisipasi dalam mencerdaskan generasi bangsa; 3) semua pihak yang tidak kami detail sebutkan satu persatu.

Akhir kata. Semoga buku ini bisa memberikan pencerahan dan manfaat kepada kita semua khususnya bagi mahasiswa yang mengambil mata kuliah Hidrologi, Irigasi, Pengelolaan DAS, Air Bersih dan mata kuliah lain yang terkait dengan air. Kami mendorong kita untuk terus berdiskusi tentang bumi dan isinya, khususnya tentang air untuk membuktikan kebesaran Allah. Terima kasih.

Mataram, 02 Februari 2024

Penulis,

Dr. Ahmad Fathoni

ISI BUKU

PENGANTAR	1
ISI BUKU	3
DAFTAR TABEL	6
DAFTAR GAMBAR	7
PENDAHULUAN	9
[1] PENCEMARAN AIR	11
Kualitas Air	12
Pengolahan Kualitas Air	14
Indek Kualitas Air (IKA)	17
Pencemaran Kimia Air	22
Pencemaran Air Laut	23
Pencemaran Air oleh Sedimen	26
Intrusi Air Laut	29
Pencemaran Air oleh Hara (<i>Eutrofikasi</i>)	32
Pencemaran Air oleh Sampah	35
Pencemaran Air oleh Mikroorganisme	40
[2] BANJIR DAN KEKERINGAN	41
Banjir	41
Kekeringan atau Kelangkaan Air	50
Masalah Distribusi Air	55
[3] MANAJEMEN IRIGASI	62

	Pengertian	62
	Jenis Irigasi	63
	Tingkat Jaringan Irigasi	73
	Jenis Bangunan pada Irigasi Permukaan	77
	Perhitungan Neraca Air Irigasi	82
	Kewenangan Penyelenggara Irigasi	91
	Operasi dan pemeliharaan Bangunan Irigasi	92
	Masalah Irigasi	97
[4]	PERUBAHAN IKLIM	104
	Pengertian Perubahan Iklim	104
	Gas Rumah Kaca (GRK)	107
	Kerusakan Ozon	113
	Mitigasi Perubahan Iklim	117
	Adaptasi Perubahan Iklim	122
[5]	STRATEGI PENGELOLAAN AIR	127
	Pengelolaan Air Lintas DAS	129
	Pengelolaan Air pada DAS	131
	Pengelolaan Air Sungai	134
	Pengelolaan Air Tanah	136
	Pengelolaan Air Kawasan	140
	Pengelolaan Air pada Pulau Kecil	142
	Pengelolaan Air Rumah Tangga	148
[6]	REFORMASI KELEMBAGAAN AIR	153
	Reformasi UU Sumber Daya Air	153
	Ekonomi Air dan Jasa Lingkungan	159
	Konflik Sosial Air dan Partisipasi Para Pihak	168
	Sebuah Renungan Air	177
	DAFTAR PUSTAKA	181

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Kategori Indeks Kualitas Air	21
Tabel 2.	Kategori Indeks Kualitas Air Laut	24
Tabel 3.	Klasifikasi Jaringan Irigasi	74
Tabel 4.	Contoh Perhitungan Metode Mock	90
Tabel 5.	Contoh Jadwal Operasi Irigasi pada Daerah Irigasi BS	93
Tabel 6.	Bahan Penolong Dalam Operasional SWRO	147
Tabel 7.	Sebuah Renungan Manusia, Malaikat dan Empat Air Surga	177

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Pengujian Kualitas Air	18
Gambar 2.	Dampak Eutrofikasi berupa Kangkung dan Eceng Gondok pada Bendungan Batujai	34
Gambar 3.	Tumpukan Sampah di Badan Sungai	38
Gambar 4.	Kondisi Bendungan saat Kemarau	54
Gambar 5.	Ritual Adat Menjaga Mata Air	56
Gambar 6.	Warga Pulau Kecil Mengantri Untuk Membeli Air	58
Gambar 7.	Jaringan Irigasi Sederhana	75
Gambar 8.	Jaringan Irigasi Semi Teknis	76
Gambar 9.	Jaringan Irigasi Teknis	77
Gambar 10.	Bendung Santong Untuk Irigasi 1.471 Ha dan PLTMH 46 kW	78
Gambar 11.	Skema Simulasi Debit Metode Mock	83
Gambar 12.	Sedimentasi Bendung Keru dan Saluran Irigasi Jurang Sate	98
Gambar 13.	Bendungan Pandan Duri Mengering	100
Gambar 14.	Beberapa Bahan Perusak Ozon (BPO)	115

Gambar 15.	Memanggul Air	126
Gambar 16.	Transfer Air Antar DAS pada Sistem Irigasi Jurang Sate	130
Gambar 17.	<i>Lay out</i> SWRO di Gili Trawangan	144
Gambar 18.	Contoh <i>Sand Filter</i> dan <i>Carbon Filter</i>	145
Gambar 19.	Reverse Osmosis Semipermeable Membrane	146
Gambar 20.	Skema Pengolahan Air Laut dengan SWRO	147
Gambar 21.	Mata Air di Kawasan Taman Nasional Gn. Rinjani	150
Gambar 22.	Warga Pulau Kecil Membeli Air Tangki	174
Gambar 23.	Muara	180

PENDAHULUAN

Firman Allah SWT pada Surah An-Nur ayat 45: *“dan Allah menciptakan semua jenis hewan dari air...”*

Surah Al-An’am ayat 99; *“Dialah yang menurunkan air dari langit lalu dengannya Kami menumbuhkan segala macam tumbuhan...”*

Semua kehidupan di bumi bersumber dari air. Kehidupan hewan dan tumbuhan memerlukan air untuk tumbuh dan berkembang biak. Sedangkan manusia pertama, Nabi Adam, Allah ciptakan dari tanah dan manusia berikutnya, Allah ciptakan dari sari pati tanah. Manusia hidup membutuhkan air untuk minum dan membutuhkan makanan berupa tanaman dan hewan yang tidak lain adalah air.

Air menyelimuti 70% dari kulit bumi atau sekitar 326 juta mil kubik. Keberadaan air di bumi menjadi penting bagi berbagai kehidupan. Tanpa air kehidupan di bumi akan musnah. Air juga menjadi salah satu factor pembatas adanya kehidupan lain di Bulan dan planet lain seperti Mars.

Keberadaan air di Bumi semakin hari semakin penuh masalah. Secara jumlah air sangat tersedia melimpah, namun secara kualitas air mengalami masalah pencemaran. Pada sisi kuantitas keberadaan air tidak merata disetiap wilayah dan musim, ada tempat di bumi yang kering dan basah dan ada

waktu musim hujan dan kemarau. Distribusi air pada wilayah pulau tidak dapat menyebar secara merata. Untuk itu diperlukan pengelolaan air yang arif dan bijaksana.

[1]

PENCEMARAN AIR

Firman Allah SWT. dalam Surah Ar-Rūm Ayat 41;

“Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).”

Berbagai masalah air di bumi disebabkan oleh perilaku manusia. Masalah air terjadi karena pengelolaan air di bumi yang keliru. Masalah air mulai dari penurunan kualitas air akibat berbagai polutan pencemar, masalah kuantitas atau debit sumber air yang terus menurun serta masalah distribusi air antar bagian bumi yang tidak merata.

Permasalahan kelangkaan air baik akibat penurunan kualitas dan penurunan jumlah ketersediaan air, berawal dari pengelolaan sumber air yang buruk. Ketersediaan debit masing-masing sumber air yang terus menipis tidak sebanding dengan pertumbuhan kebutuhan air akibat penambahan jumlah penduduk. Salah satu akibat dari kerusakan keseimbangan bumi adalah perubahan iklim yang mengakibatkan

kelangkaan air pada suatu musim dan banjir pada musim atau bagian bumi lainnya dengan waktu yang tidak menentu serta sulit diperkirakan.

Bila masalah air di bumi terus berlarut dibiarkan tanpa ada penanganan yang terencana dan masif, maka akan menjadi masalah besar bagi kehidupan manusia di masa depan. Tanpa adanya air, bumi tidak memiliki kemampuan memberikan kehidupan bagi flora, fauna dan manusia. Bila krisis air terus berlanjut jenis dan jumlah tumbuhan dan hewan akan terus berkurang serta menjadikan bumi semakin gersang. Air akan menjadi faktor pembatas pertumbuhan populasi manusia di bumi.

Kualitas Air

Firman Allah SWT. dalam Surah Shād ayat 57;

*“Inilah (azab neraka). Biarlah mereka merasakannya.
(Minuman mereka) air yang mendidih dan cairan nanah
(yang menjijikkan)”.*

Pencemaran air adalah suatu perubahan keadaan pada air di suatu sumber air seperti danau, sungai, lautan dan air tanah, akibat aktivitas manusia. Air mengalami perubahan sifat fisik seperti suhu semakin tinggi. Air juga mengalami perubahan sifat kimia karena ada unsur atau senyawa kimia yang masuk sebagai polutan ke dalam air dalam jumlah melebihi baku mutu. Air dapat pula mengalami perubahan sifat biologi akibat masuknya virus, bakteri atau organisme ke

dalam air melebihi baku mutu yang dipersyaratkan sesuai peruntukannya.

Bahan pencemaran air atau materi polutan air dapat berasal dari luar lingkungan badan air atau dari dalam badan air secara alamiah seperti sedimen lumpur. Umumnya sumber polutan yang masuk ke air berasal dari limbah industri, limbah rumah tangga, dan limbah pertanian.

Pencemaran air berdampak luas terhadap berbagai kehidupan yang memanfaatkan air yang telah tercemar dalam suatu efek berantai. Air yang tercemar meracuni sumber air minum manusia, meracuni aneka hewan dan biota air. Ketidakseimbangan rantai makanan dalam ekosistem sungai dan danau, akibat air yang tercemar merusak tumbuhan dan tanaman budidaya pertanian. Bahkan air tercemar dapat merusak alat rumah tangga dan mesin-mesin industri.

Bukti telah terjadi pencemaran pada air dapat dilakukan melalui uji kualitas air di laboratorium terakreditasi. Namun bukti nyata dilapangan dapat diamati pada kerusakan sumber air sebagai habitat pada fakta berupa ikan-ikan dan tumbuhan air banyak yang mati, perairan menjadi keruh dan tidak sehat bagi organisme air. Akibat pencemaran air yang paling berbahaya adalah bagi kesehatan manusia yaitu timbulnya penyakit bahkan kematian.

Pencemaran air pada sumber air menimbulkan dampak eksternalitas yang panjang mengikuti rantai makanan dan searah dengan panjang aliran air. Penurunan kualitas air juga menyebabkan kehilangan keanekaragaman hayati pada radius sumber air, serta penurunan tingkat kesehatan masyarakat sekitarnya.

Selain uji laboratorium terhadap sampel air tercemar dan fakta kerusakan ekosistem air. Pencemaran air dapat juga dilihat secara kasat mata pada air yang telah tercemar berupa adanya bahan partikel polutan berukuran besar seperti sampah dan sedimen, air berbau menyengat, rasa air tidak lagi tawar, suhu air sangat panas dan air berwarna atau tidak lagi jernih.

Pengolahan Kualitas Air

Untuk memperbaiki kualitas air atau indeks kualitas air (IKA), maka diperlukan pengelolaan khusus terhadap parameter fisika, kimia atau biologi yang melebihi baku mutu atau bermasalah. Pengolahan limbah cair harus dilakukan dengan benar dengan teknologi yang ramah lingkungan.

Pengolahan air secara kimia umumnya menggunakan beberapa bahan kimia untuk pengolahan air yaitu :

1. Poly Aluminium Chloride (PAC) atau $Al_2(OH)_nCl_6$ yang berfungsi sebagai koagulan. Koagulan adalah pe-nyerap partikel sedimen dalam air baik TSS dan TDS sehingga dapat mengendap menjadi gumpalan sedi-
men yang lebih besar di dasar air, untuk selanjutnya disedot dengan mesin penyedot sehingga air kolam menjadi jernih;
2. Soda Ash atau Natrium Karbonat (Na_2CO_3), berfungsi mirip dengan PAC, soda ash juga memiliki fungsi lain yaitu menetralkan efek korosi dan membantu menetralkan pH air, dengan cara menaburkan serbuk soda ash ke semua sisi air secara merata;
3. Terusi atau Copper Sulphate ($CuSO_4$), tergolong garam yang bersifat asam yang berfungsi sebagai herbi-sida, algasida, dan fungisida, serta memberikan efek warna air

menjadi kebiru-biruan. Terusi sangat cocok pada air yang memiliki banyak lumut, alga dan jamur, misalnya air yang bersumber dari air tanah yang sering berlumut. Penggunaan dengan melarutkan terusi dalam air, kemudian disebar merata ke dalam air;

4. Clorine (Cl_2), berfungsi sebagai dis-infektan. Clorine bisa berbentuk padat, cair atau gas, untuk menghambat pertumbuhan dan membasmi berbagai mikroba, virus dan bakteri dalam air. Clorine dapat berbentuk bubuk 60%, clorine butir/granular 90% dan clorine tablet 90%;
5. Kaporit atau $\text{Ca}(\text{ClO})_2$, untuk membasmi patogen dalam air dan untuk menjernihkan air. Kaporit umumnya lebih murah dibandingkan clorine, karena clorine juga berfungsi plus anti alga dan anti lumut. Penggunaan kaporit pada proses penjernihan air tidak boleh berlebihan karena dapat menyebabkan mata perih dan berbau menyengat.

Pengolahan air secara biologi menggunakan mikroba untuk mendegradasi berbagai polutan dan bahan pencemar biota berbahaya. Penggunaan mikroorganisme untuk pengolahan air dengan kondisi *anerob treatment*, yaitu air dalam kondisi tertutup sehingga tanpa atau sangat sedikit oksigen atau teknik *aerobic treatment*, yaitu kondisi air pada kolam oksidasi yang terbuka dengan ketersediaan oksigen dari udara dan sinar matahari. Bahan-bahan pencemar dalam air terurai oleh mikroba menjadi senyawa atau unsur yang lebih sederhana dan tidak berbahaya.

Pengolahan air secara fisika menggunakan Teknik penapisan, pengendapan, flotasi, filtrasi dan adsorpsi. Teknik fisika umumnya dilakukan jika sumber air dalam kondisi ber-

warna keruh karena sedimen akibat erosi yang tinggi pada hulu sungai.

Bila kondisi air tercemar berat, secara fisika, kimia dan biologi, maka perlu dilakukan perbaikan kualitas air dengan pengolahan air terpadu pada sebuah unit *Water Treatment Plant* (WTP). Umumnya pengolahan air melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Koagulasi, yaitu pemisahan air dengan partikel se-dimen atau koloid, baik dengan cara kimia atau fisika. Secara fisika yaitu pengadukan cepat (*rapid mixing*), terjunan (*hydraulic jump*) atau penggunaan alat pengaduk. Teknik fisika ini meniru cara alam air sungai yang mengalir di badan sungai melalui proses turbulensi dan terjunan pada air terjun;
2. Flokulasi, yaitu proses pembentukan gumpalan se-dimen agar lebih besar, baik secara kimia maupun fisika. Secara fisika dilakukan dengan pengadukan lambat (*Slow mixing*), aliran air dibuat tenang pada kolam pengendapan khusus, agar efektif dapat dipadukan dengan penggunaan bahan kimia agar flok-flok atau gumpalan sedimen dapat lebih besar;
3. Sedimentasi, setelah terbentuk gumpalan sedimen, maka perlu dilakukan pengendapan sedimen di dasar air. Proses koagulasi, flokulasi dan sedimentasi dapat digabungkan dalam satu unit proses, disebut sebagai unit aselator. Namun bila tingkat kekeruhan air sangat tinggi, maka disarankan proses koagulasi, flokulasi dan sedimentasi dilakukan dalam kolam atau unit treatment yang terpisah;

4. Filtrasi adalah proses penyaringan air. Teknologi membrane adalah satu satu teknik penyaringan yang umum dilakukan. Filtrasi membrane menggunakan Multimedia Filter, Ultrafiltration (UF) System, Nano Filtration (NF) System, Mikro Filtration (MF) System dan Reverse Osmosis (RO) System. Pemilihan jenis membrane sangat tergantung dari jenis dan ukuran partikel dalam air yang akan disaring. Sedangkan fil-trasi dengan menggunakan bahan alam, dapat berupa saringan pasir, ijuk, kerikil, arang dan bahan alam lainnya;
5. Desinfeksi, adalah tahap akhir dari pengolahan air yaitu menghilangkan kuman berupa mikroba, jentik, serangga, virus dan bakteri dalam air. Teknik kimia atau biologi dapat digunakan untuk menghilangkan kuman dalam air. Penggunaan bahan seperti chlor, ozonisasi, ultraviolet dan pemanasan sampai suhu tertentu.

Terpenting adalah mencegah terjadinya pencemaran air. Upaya tidak membuang sampah di sungai atau sumber air lainnya. Menggunakan detergen yang ramah lingkungan. Rutin melakukan upaya pembersihan sumber air serta menanam pohon di sekeliling sumber air sebagai buffer zone.

Indeks Kualitas Air (IKA)

Indikator kualitas lingkungan hidup (IKLH) terdiri dari Indeks Kualitas Air (IKA), Indeks Kualitas Air Laut (IKAL), Indeks Kualitas Udara (IKU) dan Indeks Kualitas Tutupan Lahan (IKTL). Indeks Kualitas Air (IKA) yang memiliki parameter: pH, TSS, DO, BOD, COD, Total Fosfat, Fecal Coli, dan Total Coliform. Indeks Kualitas Udara (IKU) terdiri dari



Gambar 1.
Pengujian Kualitas Air/Fathul Rakhman

parameter: SO₂ dan NO₂. Indeks Kualitas Air Laut (IKAL) dengan parameter TSS, DO, Minyak dan Lemak, N-NH₃, PO₄-P. Sedangkan untuk indeks kualitas tutupan lahan (IKL) diukur berdasarkan luas kawasan hutan, non-kawasan, ruang terbuka hijau, kebun raya, dan taman keanekaragam-an hayati.

Tata cara perhitungan IKLH tertuang dalam Permen LHK no 27 tahun 2021 tentang Indeks Kualitas Lingkungan Hidup. IKLH dihitung dengan melakukan penjumlahan dari semua komponen indeks (IKA, IKU, IKL dan IKAL) yang dikalikan masing-masing bobot dengan menggunakan rumus perhitungan:

IKLH Provinsi	$IKLH = (0.340 \times IKA) + (0.428 \times IKU) + (0.133 \times IKL) + (0.099 \times IKAL)$
------------------	---

Untuk perhitungan Indeks Kualitas Air, pengujian kualitas air dilakukan di beberapa titik dalam satu atau beberapa

sungai yang mewakili wilayah atau pulau. Adapun parameter dari perhitungan IKA ini adalah pH, BOD, COD, TSS, DO, NO₃-N, Total Fosfat dan *Fecal Coliform*. Dalam analisis indeks kualitas air disimpulkan bahwa jika nilai indeks pencemar semakin tinggi maka semakin buruk kualitas airnya.

Metode pengambilan data berdasarkan PerMen LHK No. 27 tahun 2021, dilakukan dengan cara:

1. Dalam melakukan pemantauan, jumlah dan jadwal pemantauan ditentukan berdasarkan karakteristik klimatologis. Berdasarkan karakteristik tersebut, pemantauan kualitas air dilakukan paling sedikit 2 (dua) kali dalam 1 (satu) tahun dengan ketentuan:
 - a. Mewakili musim kemarau (dengan asumsi debit air sungai rendah);
 - b. Mewakili musim hujan (dengan asumsi debit air sungai tinggi).
2. Parameter pemantauan ditetapkan sebagai berikut:
Parameter air sungai wajib untuk perhitungan IKA meliputi:
 - a. Derajat keasaman (pH);
 - b. Oksigen terlarut (DO);
 - c. Kebutuhan oksigen biologi (BOD);
 - d. Kebutuhan oksigen kimiawi (COD);
 - e. Padatan tersuspensi total (TSS);
 - f. Nitrat (NO₃-N);
 - g. Total fosfat (T-Phosphat); dan
 - h. Fecal coliform (Fecal Coli).
3. Pengambilan sampel mengacu pada Standar Nasional Indonesia atau standar lain yang setara yang mengatur tentang Metoda Pengambilan Contoh Air Permu-kaan

atau tentang Tata Cara Pengambilan Contoh dalam Rangka Pemantauan Kualitas Air pada Suatu Daerah Pengaliran Sungai.

Dalam perhitungan IKA dilakukan tahap-tahap sebagai berikut:

- a. Melakukan kompilasi data hasil pemantauan kualitas air pada badan air yang meliputi sungai, danau, waduk atau situ yang merepresentasikan kondisi kualitas air Kabupaten/Kota, Provinsi dan Nasional;
- b. Melakukan perhitungan status mutu air seluruh lokasi pemantauan untuk parameter perhitungan IKA. Perhitungan Status Mutu air menggunakan metode Indeks Pencemar dengan mengacu pada baku mutu air kelas II sesuai lampiran VI Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup;
- c. Menentukan status mutu masing-masing lokasi dengan ketentuan:
 - 1) $0 \leq IP_j \leq 1,0$: baik (memenuhi baku mutu)
 - 2) $1,0 \leq IP_j \leq 5,0$: cemar ringan
 - 3) $5,0 \leq IP_j \leq 10,0$: cemar sedang
 - 4) $IP_j \geq 10,0$: cemar berat
- d. Menghitung jumlah masing-masing status mutu (baik, cemar ringan, cemar sedang dan cemar berat) untuk setiap data pemantauan seluruh lokasi;

- e. Menghitung persentase jumlah masing-masing status mutu terhadap jumlah total untuk masing-masing wilayah;
- f. Mentransformasikan nilai Indeks Pencemar (IP) ke dalam Indeks Kualitas Air (IKA) dilakukan dengan mengalikan bobot nilai indeks dengan persentase status mutu berdasarkan perhitungan di atas;
- g. Pembobotan indeks diberikan batasan sebagai berikut:
 - 1) Memenuhi baku mutu = 70
 - 2) Tercemar ringan = 50
 - 3) Tercemar sedang = 30
 - 4) Tercemar berat = 10
- h. Nilai IKA Provinsi atau Kabupaten/Kota diperoleh dengan menjumlahkan hasil perkalian persentase setiap status mutu dengan bobotnya;

Tabel 1. Kategori Indeks Kualitas Air

Nomor	Kategori	Angka Rentang
1	Sangat Baik	$90 \leq x \leq 100$
2	Baik	$70 \leq x < 90$
3	Sedang	$50 \leq x < 70$
4	Kurang	$25 \leq x < 50$
5	Sangat Kurang	$0 \leq x < 25$

Sumber : *PermenLHK Nomor 27 tahun 2021*

Pencemaran Kimia Air

Pengaruh parameter kualitas kimia air terhadap lingkungan hidup adalah sebagai berikut:

1. pH

Nilai power of Hidrogen (pH) menunjukkan tingkat keasaman atau kekuatan asam dan basa dalam air. Derajat keasaman air penting untuk menentukan nilai daya guna perairan baik bagi manusia, ternak, irigasi, dan kepentingan lainnya. Nilai pH dipengaruhi oleh aktivitas foto-sintesis tanaman air, respirasi biota air, suhu dan ion-ion dalam air.

2. Biological Oxygen Demand (BOD)

Kebutuhan Biological Oxygen Demand (BOD) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme di dalam air untuk mengurai bahan organik yang ada di dalam air. Semakin besar kadar BOD air, merupakan indikasi bahwa perairan tersebut telah tercemar oleh bahan organik. Berdasarkan PP No. 22 tahun 2021 batas maksimal nilai $BOD < 3$.

3. Chemical Oxygen Demand (COD)

Chemical Oxygen Demand atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan organik dan anorganik dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia. COD dapat menilai dampak air limbah yang akan dibuang pada badan air. Tingkat COD tinggi menandakan banyaknya jumlah bahan organik yang teroksidasi, yang akan mengurangi tingkat ketersediaan oksigen terlarut (DO) bagi biota air. Penurunan DO dapat menyebabkan kondisi anaerob, dan akhirnya menyebabkan kematian biota air.

4. Dissolved Oxygen (DO)

Dissolved Oxygen atau DO air merupakan kondisi jumlah oksigen terlarut dalam badan air. Besarnya DO dalam air menunjukkan tingkat kebersihan air. Bila kadar DO rendah maka ada indikasi telah terjadi pencemaran air oleh bahan organik. Semakin banyak bahan organik, maka kebutuhan oksigen untuk mikroorganisme pengurai bahan organik semakin meningkat, yang menyebabkan ketersediaan oksigen dalam air berkurang. Semakin tinggi nilai DO maka semakin bagus kualitas air tersebut. Sesuai PP no. 22 tahun 2021, air kelas 2 nilai DO yang memenuhi kriteria yaitu 4-6.

5. Nitrat

Nitrat adalah senyawa yang paling sering ditemukan di dalam air tanah maupun air permukaan. Pencemaran oleh pupuk nitrogen, sampah organik, kotoran hewan dan manusia, dapat meningkatkan kadar nitrat di dalam air. Kandungan nitrat dalam air tidak boleh lebih dari 10 mg/L.

6. Total Fosfat

Senyawa fosfat dalam perairan berasal dari sumber alami seperti erosi tanah, kotoran hewan dan pelapukan tumbuhan. Di permukaan air, fosfat diangkut oleh fitoplankton sejak proses fotosintesis. Konsentrasi fosfat di atas 0,3 μm akan menyebabkan pertumbuhan yang luar biasa besar pada spesies fitoplankton di atas permukaan air. Menurut Machdar, I., (2018), Kandungan Fosfat pada limbah domestik 15-50 mg.P/L, baik berbentuk orthofosfat maupun polifosfat.

Pencemaran Air Laut

Indeks Kualitas Air Laut yang selanjutnya disingkat IKAL adalah suatu nilai yang menggambarkan kondisi kualitas air laut yang merupakan nilai komposit dari beberapa

parameter kualitas air laut dalam suatu wilayah pada waktu tertentu. Pelaksanaan pengambilan sampel dapat dilakukan oleh instansi pelaksana atau berkerja sama dengan pihak ketiga yaitu laboratorium yang teregistrasi. Petugas pengambilan sampel merupakan personil yang kompeten dalam pengambilan sampel lingkungan khususnya sampel air laut. Pengambilan sampel dilaksanakan sesuai prosedur pelaksanaan pengambilan sampel air laut mengikuti tata cara pengambilan sampel air laut sesuai dengan Standar Nasional Indonesia yang mengatur tentang Metode Pengambilan Contoh Uji Air Laut.

Tabel 2. Kategori Indeks Kualitas Air Laut

Nomor	Kategori	Angka Rentang
1	Sangat Baik	$90 \leq x \leq 100$
2	Baik	$70 \leq x < 90$
3	Sedang	$50 \leq x < 70$
4	Kurang	$25 \leq x < 50$
5	Sangat Kurang	$0 \leq x < 25$

Sumber : *PermenLHK Nomor 27 Tahun 2021*

Pencemaran Laut adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan Laut oleh kegiatan manusia atau secara alamiah, sehingga kondisi beberapa parameter air laut melampaui baku mutu lingkungan Laut yang telah ditetapkan.

Sumber utama pencemaran laut adalah masuknya bahan kimia, limbah padat atau sampah, pembuangan unsur radioaktif, limbah industri dan pertanian, limbah bahan berbahaya dan beracun (LB3), sedimentasi, tumpahan minyak, dan ba-

han lainnya yang berlebihan melebihi daya tampung dan daya dukung air laut.

Dampak pencemaran air laut bagi kehidupan biota laut adalah kerusakan ekosistem lamun, kerusakan karang, kematian biota laut seperti ikan. Kekayaan alam di laut merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui, akan tetapi jika berlangsung lama akan menyebabkan kepunahan beberapa biota laut.

Salah satu bentuk pencemaran laut yang banyak terjadi adalah pencemaran laut oleh tumpahan minyak bumi. Dampak terhadap tumpahan minyak berdampak langsung terhadap organisme laut yang meliputi dampak lethal (kematian), sublethal, plankton dan mendorong migrasi ikan. Sedangkan dampak langsung pada air laut adalah pada permukaan air laut mengapung tumpahan minyak, air laut tainting (bau lanting), cahaya matahari terhalang masuk ke dalam dasar laut menyebabkan fotosintesis terganggu, kadar oksigen dalam air laut menurun tajam dan pada akhirnya ikan mengalami kematian masal.

Pencemaran air laut oleh sampah semakin meningkat dari tahun ke tahun. Menurut Paulus, J.J.H., dkk (2020), setiap tahunnya 1,29 juta ton sampah dibuang ke sungai yang bermuara ke laut, dan dari jumlah tersebut sebanyak 13.000 plastik / km² mengapung pada permukaan air laut. Ini menjadikan Indonesia menjadi negara ke- 2 setelah Tiongkok yang memiliki sampah yang besar di Samudra.

Pencemaran Air oleh Sedimen

Firman Allah SWT. dalam Surah Al-Baqarah ayat 264; *“Wahai orang-orang yang beriman, jangan membatalkan (pahala) sedekahmu dengan menyebut-nyebutnya dan menyakiti (perasaan penerima), seperti orang yang menginfakkan hartanya karena riya (pamer) kepada manusia, sedangkan dia tidak beriman kepada Allah dan hari Akhir. Perumpamaannya (orang itu) seperti batu licin yang di atasnya ada debu, lalu batu itu diguyur hujan lebat sehingga tinggallah (batu) itu licin kembali. Mereka tidak menguasai sesuatu pun dari apa yang mereka usahakan. Allah tidak memberi petunjuk kepada kaum kafir.”*

Erosi merupakan penyebab awal sedimentasi. Erosi merupakan proses pengikisan permukaan bumi baik tanah dan batuan, yang dikikis oleh media yang bergerak seperti angin, gelombang air laut, air ataupun gletser. Sedimen hasil erosi ke-mudian ditransportasikan atau berpindah tempat dari sumber material ke lokasi pengendapan dan diendapkan di tempat yang lebih rendah sebagai sedimen. Sedimentasi berupa lanjutan aktifitas erosi, berupa pengendapan material hasil erosi di tempat tertentu

Proses sedimentasi dimulai dengan pelapukan batuan, ke-mudian erosi, transportasi sedimen, dan deposisi atau peng-endapan sedimen. Sedimen merupakan pecahan tanah atau batuan atau bahan organik yang memiliki ukuran dan bentuk yang bervariasi. Pada badan air, material sedimen

terbagi menjadi TSS dan TDS. Total Suspended Solids (TSS) atau total padatan tersuspensi adalah padatan yang tersuspensi atau dapat mengendap di dalam air berupa bahan-bahan organik dan anorganik yang dapat disaring dengan kertas millipore berporipori dengan ukuran $> 0,45 \mu\text{m}$. Total dissolved solids (TDS) adalah sebuah indikator untuk mengukur jumlah padatan atau partikel terlarut didalam air atau melayang dalam air dengan ukuran $< 0.45 \mu\text{m}$.

Total suspended solid (TSS) terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, seperti bahan organik, partikel liat, humus, fitoplankton, zooplankton, kotoran hewan, tinja dan limbah industri serta limbah rumah tangga. TSS memengaruhi kekeruhan air yang membatasi cahaya masuk ke dalam air, mengurangi laju fotosintesis. TSS berhubungan dengan nilai erosi tanah pada daerah hulu dan erosi sepanjang dinding dan dasar sungai.

Sedimen yang dibawa air pada proses transportasi menyebabkan air menjadi tercemar oleh polutan atau material sedimen. Sedimen yang terbawa air disebut sedimen fluvial, yang kemudian diendapkan sepanjang perjalanan air atau pada saat air berhenti mengalir. Jumlah sedimen pada saat pengendapan akhir adalah Nisbah antara jumlah sedimen yang terangkut ke dalam sungai terhadap jumlah erosi yang terjadi di dalam DAS disebut sediment delivery ratio (SDR).

Menurut Sharma dalam Azmeri, (2020) berdasarkan cara pengangkutannya sedimen dapat dibedakan menjadi 1) sedimen bilas atau wash load 2) sedimen layang atau suspended load, dan 3) sedimen dasar atau bed load. Sedimen bilas berbentuk koloid sangat halus, yang berada dalam air dalam keadaan

tersuspensi. Sedimen layang berukuran kecil (0,075-0,02 mm) yang melayang dalam air dan dapat pula mengendap bila daya yang membawanya lebih kecil dari berat partikelnya. Sedimen dasar memiliki ukuran > 0.2 mm yang bergerak di dasar sungai atau saluran air secara menggelinding, bergeser atau melompat.

Faktor yang mendorong terjadinya pengendapan sedimen adalah berat jenis sedimen dan kecepatan aliran air. Urutan pengendapan sedimen dari yang terberat mengendap dahulu kemudian yang teringan dengan urutan seperti kerikil, pasir, debu, liat dan humus. Terdapat lingkungan pengendapan, baik berupa daratan, laut dan transisi.

Dampak negatif yang ditimbulkan oleh sedimentasi adalah terganggunya bahkan kematian organisme air, penurunan biodiversitas, hambatan aliran air menuju laut, pendangkalan badan air, gangguan atau hilangnya habitat dan menurunnya stok alami makanan ekosistem air. Pada transportasi sedimen dari hulu ke hilir terjadi perubahan distribusi ukuran sedimen, umumnya sedimen yang paling kecil dan ringan terbawa hingga ke muara membentuk delta atau lumpur pada ekosistem mangrove. Selama sedimen layang (TDS) berada dalam air, air mengalami kekeruhan sehingga tidak dapat dimanfaatkan sebagai air minum.

Akibat sedimentasi dapat pula menimbulkan dampak positif. Adapun dampak positifnya yaitu pada bagian hulu umumnya terdapat endapan pasir yang digunakan sebagai bahan material bangunan. Pada bagian tengah, terdapat lumpur sedimen, umumnya berupa partikel debu pada sepanjang sungai/saluran irigasi/danau/waduk dapat menjadi pupuk pertanian karena umumnya berupa top soil yang tererosi dan

humus yang kaya kandungan hara makro dan mikro. Pada sisi hilir muara sungai membentuk delta atau lumpur pada ekosistem mangrove berupa sedimen lumpur partikel liat.

Pencegahan pencemaran air oleh sedimen dapat dilakukan dengan mengurangi erosi tanah pada hulu DAS, melalui berbagai Teknik konservasi tanah. Pada saat transportasi sedimen, dapat dibuatkan perangkap sedimen pada saluran irigasi untuk memperkecil nilai SDR. Bila sedimen tetap banyak masuk kedalam badan air, menyebabkan kekeruhan.

Kekeruhan air oleh sedimen secara alami, air dapat menjadi jernih namun membutuhkan waktu tertentu melalui proses pengendapan sepanjang aliran air dan pengendapan saat air terdiam. Pengolahan air melalui Teknik penyaringan sedimen dapat dilakukan secara kimia dengan bahan kimia atau melalui penyaringan dengan bahan-bahan alam seperti arang, kerikil, pasir, ijuk, serabut kelapa dan bahan lainnya.

Intrusi Air Laut

Firman Allah SWT dalam surah Al-Waqiah ayat

70; *“Jika Kami menghendaki untuk menjadikan air itu sangat asin yang tidak bisa diminum atau untuk pengairan, niscaya Kami jadikan air itu sangat asin, maka kenapa kalian tidak bersyukur kepada Allah atas diturunkan-Nya air itu dalam keadaan segar sebagai rahmat untuk kalian.”*

Air tanah di daerah pantai bersifat asin karena terjadi intrusi air laut. Intrusi air laut adalah masuknya air laut

melalui akuifer air tanah yang menyebabkan berubahnya karakteristik air tanah yang tawar menjadi asin.

Awalnya intrusi air laut menyebabkan air tanah menjadi payau karena campuran antara air tawar dan air laut (air asin) masing-masing 50% sehingga kadar garam naik menjadi 0,5-30 gram per liter. Jika intrusi air laut akut atau berlangsung lama, maka air tanah menjadi asin atau kadar garam menjadi > 30 gram per liter.

Menurut Purnama, S., (2019) kadar garam dalam air dipengaruhi oleh natrium dan klorida, karena kedua unsur ini meningkatkan salinitas air. Natrium merupakan unsur logam alkali pada air laut yang berasal dari pengikisan batuan di daratan dan dari limbah industri. Pada air alami kadar natrium < 200 mg/L, tapi pada air laut bisa mencapai > 10.000 mg/L. Sedangkan kadar klorida pada air daerah basah atau humid < 10 mg/L, sedangkan pada daerah kering atau arid mencapai 1.000 mg/L.

Penyebab terjadinya intrusi adalah pengambilan air tanah, khususnya melalui air sumur (air permukaan) dan air sumur bor (air tanah) yang berlebihan dari akuifer tanah dan batuan. Hal ini akan mengurangi tekanan hidrostatik pada akuifer tanah dan batuan, sehingga rongga yang kosong menarik air laut masuk ke dalam tanah dan akuifer darat. Indikator pengambilan air tanah yang berlebihan pada suatu wilayah adalah terjadinya penurunan muka tanah (*land subsidence*), akibat pori batuan aquifer mengalami pemadatan akibat kosong dari air dan dibebani beban Gedung perkotaan yang berat.

Dampak buruk intrusi air laut yaitu dapat menyebabkan air tanah yang awalnya berasa tawar berubah menjadi payau kemudian asin karena adanya tambahan kadar garam dari air laut. Keadaan tersebut menyebabkan sumber air tanah tercemar sebagai air baku dan menyebabkan kelangkaan sumber air tawar di darat yang layak bagi masyarakat. Salah satunya alternatif air baku pada daerah intrusi air laut adalah air perpipaan PDAM atau air baku yang dibeli dengan mobil tangki atau tandon, tentu dengan harga yang sangat mahal.

Bila air asin dipaksakan digunakan sebagai air baku, menyebabkan sabun mandi dan sabun cuci tidak bisa berbusa serta badan tak berasa bersih bila mandi. Bila digunakan untuk air irigasi tanaman bisa mengalami layu dan mati karena kadar garam yang tinggi. Bila digunakan untuk air mesin dan industri menyebabkan bahan metal berkarat atau korosi.

Strategi pengelolaan intrusi air laut dapat dilakukan melalui berbagai kebijakan sebagai berikut :

1. Memberi batasan jumlah, lokasi dan waktu pengambil-an air tanah oleh penduduk sekitar pesisir pantai sesuai ketentuan pada masing-masing zona pengambil-an air tanah.
2. Menjaga dan melestarikan hutan mangrove di pesisir pantai sebagai buffer zone atau penghambat air laut masuk ke darat.
3. Membuat bendungan atau penampungan air bersih di darat yang dapat mensuplai ketersediaan air tawar.
4. Serta membuat sumur resapan air tanah.

Pencemaran Air oleh Hara (Eutrofikasi)

Eutrofikasi merupakan proses pengayaan air oleh nutrisi hara dan bahan organik yang menyebabkan pencemaran air oleh hara berlebih. Kondisi ini menyebabkan perairan menjadi sangat subur, disebabkan oleh limbah pertanian (pupuk) yang terbawa bersama sedimen hasil erosi tanah dan sebagian melayang dalam aliran air.

Peningkatan kesuburan perairan terjadi oleh meningkatnya bahan organik dan unsur hara, terutama unsur nitrogen dan fosfor yang terakumulasi di badan air. Eutrofikasi terjadi karena faktor internal dan eksternal di badan air. Faktor eksternal dapat berupa kegiatan pertanian dan budidaya di sistem Keramba Jaring Aapung di badan air (Adawiyah, S.R., dkk., 2021).

Perairan yang subur menyebabkan ledakan populasi ganggang (*algae blooming*) dan populasi eceng gondok. Eceng gondok tumbuh dengan subur karena banyaknya nutrisi yang terlarut dalam air. Invasi eceng gondok pada ekosistem perairan membutuhkan suplai oksigen yang cukup besar untuk proses evapotranspirasi (proses penguapan oleh tumbuhan air). Tanaman ini menyerap banyak oksigen untuk transpirasi dan pertumbuhannya yang cepat dan menurunkan kadar oksigen dalam air yang dibutuhkan oleh ikan.

Peningkatan unsur hara ke level yang sangat tinggi pada air dan sedimen di dasar perairan melampaui batas yang dapat diterima oleh alam. Peningkatan unsur hara ini merangsang meledaknya populasi alga dan tumbuhan air seperti Eceng Gondok yang berbahaya bagi kehidupan ikan. Dampak buruk bagi biota air karena dapat menurunkan kadar oksigen

dalam air. Sebagian besar penyebab eutrofikasi adalah limpasan air hujan yang kaya hara dan masuk ke danau, bendungan dan sungai.

Eutrofikasi menyebabkan pencemaran air yang lama akibat meningkatnya kadar mineral dan nutrisi, khususnya nitrat, silikat, fosfat, dan juga karbon di dalam perairan. Eutrofikasi salah satu masalah yang menyebabkan ketidakseimbangan ekologi yang cukup serius dan bisa mengancam ketersediaan air yang berkualitas untuk jangka panjang. Biaya pemulihan badan air dari dampak eutrofikasi berupa eceng gondok sangat besar, melebihi biaya penanganan sedimen lumpur.

Kualitas air akibat eutrofikasi menjadi sangat menurun. Rendahnya konsentrasi oksigen terlarut, bahkan sampai batas nol, menyebabkan makhluk hidup air seperti ikan dan spesies lainnya tidak bisa tumbuh dengan baik sehingga akhirnya mati. Penggunaan pupuk kimia berlebihan pada pertanian budidaya intensif pada bagian hulu adalah sebab utama eutrofikasi, oleh karena itu perlu dikembangkan pupuk organik pada system pertanian organik yang terintegrasi dengan usaha peternakan dan perikanan. Sosialisasi pemerintah secara masif untuk mengurangi eutrofikasi dalam rangka kampanye konservasi kualitas air perlu dilakukan kepada masyarakat luas khususnya para petani.



Gambar 2.
Dampak eutrofikasi
Eceng Gondok di
Bendungan Batujai

Pencemaran Air oleh Sampah

Pencemaran fisik air oleh benda yang masuk atau dimasukkan ke dalam lingkungan badan air menyebabkan pencemaran air secara fisik. Benda yang umumnya sebagai bahan atau sampah pencemar air adalah kaleng, botol, plastik, karet, kaca, benda logam, sisa daun, ranting dan batang kayu. Sampah menyebabkan kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai peruntukannya.

Penyebab utama adalah kegiatan pembuangan sampah ke badan air atau sampah yang hanyut bersama aliran permukaan. Sampah tersebut terdiri dari sampah organik dan anorganik. Sampah organik mengalami dekomposisi menjadi sedimen humus di dalam air yang menyebabkan kadar oksigen air menjadi rendah dan jumlah mikroorganisme meningkat. Sedangkan sampah anorganik misalnya plastik tetap di dalam air hingga ratusan tahun dan mengalir mengikut aliran air, Sebagian tersangkut di badan air yang menyebabkan volume badan sungai berkurang. Sebagian sampah terbawa hingga ke muara bahkan dapat mengendap di dasar laut atau bergeser ke lintas daerah/negara.

Sumber sampah pada badan air berasal dari sampah industri, sisa makanan, sampah rumah tangga, kotoran hewan hingga manusia serta bahan organik dari sisa tanaman pertanian dan tumbuhan hutan. Sampah Plastik mengandung partikel-partikel yang berbahaya bagi ekosistem perairan air. Plastik terurai menjadi mikroplastik yang merusak tatanan mata rantai makanan dalam ekosistem air darat dan air laut. Hal ini karena mikroplastik akan menggantikan peran fito-

plankton dan zooplankton yang selanjutnya mengurai dimakan ikan dan pada akhirnya masuk ke tubuh manusia yang mengkonsumsi ikan.

Jumlah sampah perkapita adalah 0,11 - 4,54 kg per kapita, dengan rata-rata 0,74 kg per kapita. Jumlah sampah dunia adalah 2 miliar ton per tahun, jika ditambah sampah industri dan konstruksi menjadi 7-10 miliar ton per tahun. Data BPS Indonesia pada tahun 2018 memproduksi 64 juta ton sampah per tahun meningkat pada tahun 2019 menjadi 67,8 ton sampah per tahun dengan komposisi 50-70% adalah sampah organik dan 8-12% adalah sampah plastik dan sisanya adalah sampah lainnya. Sumber sampah adalah 36% rumah tangga, perdagangan 38% dan perkantoran 26%. Sampah tersebut kemudian telah masuk ke sungai dan laut sejumlah 187,2 juta ton sampah yang menyebabkan pencemaran perairan (Purnomo, C.W., 2023).

Faktor penyebab banyaknya sampah di perairan adalah meningkatnya jenis dan jumlah konsumsi aneka makanan dan minuman manusia. Sedangkan kesadaran masyarakat untuk tidak membuang sampah pada badan air masih rendah. Sanksi Peraturan bagi pelanggar pembuang sampah ke badan air juga jarang dibuat dan diterapkan di setiap daerah. Lemahnya pengelolaan sampah oleh pemerintah mendorong masyarakat semakin masif membuang sampah ke badan air.

Biaya pengolahan sampah sangat besar > Rp. 150.000/m³. Sementara anggaran pemerintah yang tersedia terbatas. Iuran pengelolaan sampah dari masyarakat yang dipungut melalui pembayaran air PDAM antara Rp. 5.000 sd Rp. 10.000/KB/Bulan, hanya cukup untuk biaya pengangkutan sampah dari rumah tangga ke TPS/TPA, sehingga penge-

lolaan sampah lebih banyak menggunakan pendekatan *land-fill*, dan belum banyak yang melakukan pengoalahan sampah. Pemilahan sampah pada level rumah tangga membutuhkan kampanye massif yang belum berbuah optimal.

Dampak lingkungan membuang sampah ke badan air menyebabkan pemandangan yang jorok pada badan air, mendatangkan bau yang tidak sedap, mendorong banjir level rendah sampai yang tinggi, mendatangkan berbagai penyakit dan dapat mencemari lingkungan perairan. Membuang sampah ke badan air oleh masyarakat terjadi karena kesadaran yang rendah akan pentingnya budaya hidup bersih dan atau karena terbatasnya sarana prasarana pengelolaan sampah, khususnya pada lingkungan padat dan kumuh, dengan ruang yang terbatas untuk melakukan pengolahan sampah pada level rumah tangga dengan pola 3 R.

Sampah pada badan air mendorong terjadinya banjir karena menghambat aliran air ke laut. Hal ini terjadi karena beberapa jenis sampah lambat atau tidak bisa diuraikan dalam air seperti sampah ban bekas. Diketahui, jenis sampah anorganik sulit untuk diuraikan bahkan perlu ratusan tahun untuk dapat diuraikan. Gerakan pengurangan penggunaan kantong plastik harus secara massif dikampanyekan melalui instrumen sistem kebijakan misalnya Perda/Perbu/Peraturan Walikota. Pengelolaan sampah sejak level rumah tangga hingga level TPA harus berorientasi pengolahan bukan lagi pembuangan atau penimbunan sampah.





Gambar 3.

Tumpukan Sampah di
Badan Sungai/Fathul
Rakhman

Pencemaran Biologi Air oleh Mikroorganisme

Pencemaran biologi air merupakan pencemaran yang terjadi akibat mikroorganisme berlebih pada air. Pencemaran biologis disebabkan oleh adanya virus dan bakteri dalam jumlah melebihi baku mutu air. Biasanya, bakteri dan virus muncul dari sisa makanan, bangkai, kotoran, hingga jasad makhluk hidup pada badan air yang terdekomposisi.

Pencemar biologis berupa mikroorganisme patogen yang berasal dari buangan limbah domestik, industri pengolahan, sampah dan limbah peternakan dapat menyebabkan berbagai penyakit pada manusia dan hewan ternak. Pencemaran biologi menyebabkan menurunnya kualitas perairan.

Faecal coliform adalah *coliform* yang berasal dari kotoran manusia maupun binatang/ternak. Proses dekomposisi aerobik kotoran tersebut menyebabkan menurunkan oksigen terlarut, sehingga menimbulkan kematian pada ikan dan biota air. Nilai *faecal coliform* yang tinggi juga dapat menekan pertumbuhan bakteri menguntungkan sehingga merusak keseimbangan ekosistem perairan (Zainun, Z., dkk., 2012).

Pencemaran air oleh bakteri *E. coli* telah terjadi dari waktu ke waktu di berbagai daerah. Sumber bakteri *E. coli* yang ada di air adalah kotoran manusia dan hewan ternak. Dampaknya dapat berupa penyakit diare hingga kematian terjadi akibat mewabahnya pencemaran air minum oleh *E. coli*. **

[2]

BANJIR DAN KEKERINGAN

Banjir

Firman Allah SWT. dalam Surah Al-Qamar ayat 11-12; *“Lalu, Kami membukakan pintu-pintu langit dengan (menurunkan) air yang tercurah. Kami pun menjadikan bumi menyemburkan banyak mata air. Maka, berkumpullah semua air itu sehingga (meluap dan menimbulkan) bencana yang telah ditetapkan.”*

Banjir atau kelebihan air sesaat adalah peristiwa atau keadaan di mana suatu wilayah terendam oleh air, karena secara kuantitas jumlah atau volume air yang meningkat. Aspek tinggi genangan air pada permukaan tanah pada saat banjir bersifat sementara. Banjir bandang adalah banjir yang datang secara tiba-tiba dengan debit air yang besar yang disebabkan meluapnya aliran sungai pada daerah sekitar aliran sungai. Sedangkan banjir rob, akibat naiknya permukaan air laut pada kawasan pesisir.

Secara umum, penyebab utama banjir adalah curah hujan tinggi > 100 mm/hari. Banjir bandang disebabkan oleh kerusakan lahan dan hutan pada daerah hulu pada daerah ali-

ran sungai (DAS). Sedangkan banjir rob karena air laut yang pasang maksimum pada kondisi bulan purnama akibat jarak bulan ke bumi lebih dekat dari hari lainnya. Banjir rob dapat diperparah oleh kondisi buffer zone berupa hutan mangrove yang rusak dan akibat muka air tanah kawasan pesisir yang sangat tinggi menyamai tinggi muka air laut normal.

Menurut Rosyida, A., (2019) jenis bencana hidrometeorologi khususnya banjir merupakan bencana yang paling sering terjadi yaitu sebesar 96,8%. Namun demikian jumlah korban jiwa lebih banyak ditimbulkan oleh bencana geologi khususnya gempa. Bencana banjir lebih banyak memberikan kerugian ekonomi masyarakat akibat terendamnya kawasan perumahan dan lahan pertanian.

Penyebab banjir dapat dirinci berdasarkan tiga komponen utama, pertama adalah sumber air berupa curah hujan yang lebat/sangat lebat. Kedua kemampuan bumi menyerap air dalam bentuk infiltrasi dan perkolasi yang rendah. Ketiga faktor penghambat yang menyebabkan genangan lebih tinggi dan lebih lama. Secara detail sebagai berikut:

1. Sumber air hujan dari langit berlimpah

Curah hujan yang tinggi mengakibatkan naiknya volume air di wilayah cekungan. Umumnya banjir terjadi pada curah hujan lebat 100-150 mm/hari dan sangat lebat > 150 mm/hari. Selain curah hujan harian, banjir juga didorong oleh hujan lebat tersebut terjadi dalam waktu yang singkat tapi deras atau memiliki intensitas hujan tinggi dalam satuan waktu yang sangat singkat, sehingga tidak cukup waktu air dapat terinfiltrasi atau perkolasi.

Saat hujan lebat atau sangat lebat nilai run off besar dan infiltrasi kecil, sehingga air menjadi tergenang pada daerah

cekungan. Pada banjir bandang, sumber air berlebih terakumulasi di bendungan atau tanggul sungai secara mendadak, menyebabkan potensi bangunan jebol. Kondisi daerah hulu yang rusak akan mendorong curah hujan lebat atau sangat lebat, menyebabkan sebagian besar menjadi aliran permukaan.

Sedangkan pada curah hujan < 1 mm/hari, atau hari tanpa hujan, semua curah hujan menguap sebagai evapotranspirasi. Pada curah hujan rendah sampai sedang nilai run off umumnya sebagian besar masuk ke dalam bumi dalam proses infiltrasi dan perkolasi, menyebabkan potensi banjir sangat rendah dengan nilai run off yang rendah.

2. Kemampuan bumi menyerap air rendah

Kemampuan menyerap air bumi rendah karena jumlah luasan dan kualitas daerah resapan air yang rendah. Luas daerah resapan pada hulu DAS yang terbatas menyebabkan potensi banjir lebih besar. Daerah resapan air berfungsi sebagai wilayah resapan air hujan ke dalam tanah (infiltrasi) atau batuan (perkolasi). Kualitas daerah resapan terbatas berhubungan dengan porositas tanah dan ketebalan tanah, berkaitan dengan kemampuan tampungan air dalam tanah.

Banjir terjadi akibat luas daerah resapan air yang terbatas atau secara bersamaan terjadi kerusakan tanah, berupa tanah sangat padat sehingga menjadi impermeable serta tebal solum tanah yang sangat tipis. Kemampuan menyerap air juga dapat menjadi terbatas walaupun solum tanah tebal, apabila tinggi muka air tanah sangat dangkal. Pada kasus muka air tanah sangat dangkal, penanggulangan banjir dengan pembangunan sumur resapan dan biopori menjadi kurang efektif.

Pada skala mikro (kecil) atau rumah tangga, ada keseimbangan luas rumah dan luas halaman. Misalnya pada tipe perumahan BTN 30 m² (terbangun 30%) pada luas tanah 100 m² artinya luas halaman 70 m² atau ruang terbuka 70% adalah kondisi ideal. Namun kemudian banyak orang melakukan renovasi dan pengembangan rumahnya untuk penambahan kamar, parkir mobil, gudang dan dapur, sehingga nyaris tidak memiliki halaman. Pada kondisi rumah tanpa halaman, semua air hujan yang jatuh di atap rumah, Sebagian besar menjadi aliran permukaan (*run off*) dan tidak memiliki ruang untuk air hujan dapat meresap ke dalam tanah. Akibatnya saluran di depan rumah yang kecil dan penuh sedimen dapur tidak mampu menampung air hujan yang lebat atau sangat lebat, menyebabkan air tergenang di jalanan kawasan perumahan.

Pada skala Kawasan (sedang), kompleks perumahan atau kawasan industri atau kawasan perdagangan tidak memiliki rasio ruang terbuka hijau yang ideal sebesar 30% dari total luas kawasan. Pada Kawasan perumahan, semua jalan lingkungan di aspal sehingga air tidak mampu meresap ke dalam tanah dan batuan. Sisa ruang zona RTH Kawasan perumahan biasanya dimanfaatkan sebagai bangunan tempat ibadah atau tempat pendidikan atau fasilitas kesehatan yang tidak lagi bersifat ruang terbuka hijau. Bila pun ada tersedia taman bermain, tetapi memiliki topografi yang lebih tinggi dari jalan Kawasan, sehingga hanya memiliki kemampuan meresapkan air hujan yang jatuh pada taman bermain saja dan tak mampu meresapkan air hujan dari luar taman bermain atau dari lingkungan kawasan.

Pada skala makro (besar), Setiap pulau tidak semua memiliki luas hutan minimal 30% dari total daratan yang ada. Posisi hutan juga tidak tersebar secara merata pada semua sisi pulau. Umumnya hutan berada di pada daerah hulu DAS bagian tengah pulau, sehingga fungsinya hanya untuk konservasi air bagian tengah pulau. Fungsi hutan sebagai zona resapan air pada posisi hulu tidak mampu optimal, khususnya peresapan air hujan pada daerah tengah dan daerah hilir. Keberadaan vegetasi pada daerah hulu tersebut juga cenderung menurun, baik dari aspek keanekaragaman maupun kerapatan tajuk akibat penebangan hutan (*illegal logging*).

3. Faktor penghambat air kurang lancar ke laut

Badan sungai dipenuhi sampah dan sedimen, menyebabkan dimensi sungai semakin kecil. Debit air yang mengalir ke laut semakin terbatas serta kecepatan aliran semakin lamban. Banyak sampah pada badan air akibat kurang optimalnya sistem pengelolaan persampahan dan kurangnya kegiatan pemeliharaan sungai oleh masyarakat dan pemerintah.

Sedimentasi yang tinggi pada badan sungai akibat tingginya erosi tanah pada Kawasan hulu DAS memperparah pengurangan dimensi sungai. Kegiatan pelumpuran pada pengolahan tanah di persawahan juga berkontribusi pada tingginya sedimen pada badan sungai dan saluran irigasi. Pengolahan tanah, khususnya pada penanaman tanaman padi harus diupayakan dengan kondisi air persawahan yang tidak berlebih, sehingga lumpur tidak mengalir bersama *run off* di kawasan persawahan.

Saluran drainase kurang optimal, baik karena jumlah dan dimensi ukuran yang tidak sesuai dengan jumlah air limpasan dari kawasan perkotaan, maupun karena dimensi saluran drainase yang berkurang akibat sampah dan sedimen. Kinerja sistem drainase semakin kurang optimal karena sebagian besar saluran drainase dibangun tertutup beton atau ditutup secara swadaya oleh masyarakat. Hal ini menyebabkan air run off tidak leluasa dan kurang dapat masuk ke saluran drainase pada sepanjang alurnya. Air hanya dapat masuk pada beberapa lubang kecil yang terbatas dan kadang kala lubang kecil ke saluran drainase memiliki elevasi lebih tinggi dari lantai jalan raya.

Topografi kawasan banjir yang rata. Kelerengan daerah rawan banjir yang rendah atau $<5\%$, menyebabkan kecepatan aliran sangat lambat. Semakin luas daerah yang datar, semakin besar dan lama potensi air banjir menggenang. Seyogianya kawasan permukiman tidak dibangun pada daerah datar yang amat luas, namun akan lebih ideal bila Kawasan permukiman berada pada daerah dengan topografi bergelombang rendah sampai sedang.

Air laut pasang maksimum, akibat bulan purnama. Posisi bulan paling dekat bumi menyebabkan gravitasi bulan menarik air laut ke atas hingga pasang tertinggi dalam bulan tersebut. Hal ini menyebabkan aliran air dari daratan ke laut melambat akibat muara dipenuhi air laut pasang. Bahkan pada pasang tertinggi, pada daerah pesisir yang memiliki elevasi 0-2 m.dpl, cenderung air laut yang masuk ke darat.

Kawasan pesisir terbangun maksimal sepanjang pantai, membentuk tanggul buatan berupa gedung-gedung perumahan dan pertokoan. Pada kondisi ini hanya tersedia

celah sungai sebagai alur air ke luar ke laut. Sementara aliran permukaan (run off) datang dari berbagai penjuruk ke arah laut. Padatnya bangunan sepanjang pesisir, membuat aliran permukaan hanya memiliki pilihan sungai yang sempit sebagai jalan keluar dari daratan menuju laut, karena jalan alternatif lainnya berupa alur-alur aliran lembar atau parit kecil tertutup bangunan.

Reklamasi kawasan pesisir dan pembangunan kawasan reklamasi secara masif. Masalah utama reklamasi sebagai penyebab banjir karena tanah yang digunakan sebagai bahan timbunan tidak bertekstur pasiran. Banyak Kawasan reklamasi menggunakan tanah berliat atau berdebu sebagai material reklamasi karena lebih murah, lebih tersedia dan lebih dekat dari lokasi cut ke lokasi fill.

Kesalahan material reklamasi menyebabkan kawasan pesisir menjadi kurang porous. Kawasan pesisir yang ditimbun bukan dari tanah bertekstur pasiran, melahirkan kawasan pesisir yang berbeda dari karakteristik kawasan pesisir yang dapat menyalurkan aliran permukaan dan aliran air tanah secara cepat ke arah laut.

Masalah lain adalah elevasi tanah pada kawasan reklamasi yang lebih tinggi dari elevasi pesisir pada rona awal. Hal ini direncanakan agar pasang tertinggi air laut tidak masuk ke Kawasan reklamasi, namun kemudian pada sisi darat timbunan tanah reklamasi yang tinggi membentuk tanggul buatan yang luas, yang menghambat aliran air permukaan dari daratan ke laut.

Kawasan yang setiap musim hujan selalu banjir, menyebabkan kerugian aset bagi pemerintah dan kerugian masyarakat. Kerugian akibat banjir khususnya pada masyarakat

miskin sangat rentan tanpa adanya asuransi dan kemampuan re-konstruksi mandiri yang lemah. Rekonstruksi dan ganti rugi akibat banjir pada masyarakat miskin seharusnya menjadi tanggung jawab pemerintah.

Banjir juga menyebabkan gangguan kesehatan masyarakat. Dampak selama banjir menggenang, akan ada potensi banyak penyakit. Ancaman gangguan kesehatan akibat banjir akan semakin parah, bila aliran air pada banjir tidak hanya membawa sedimen dan sampah, namun juga memiliki potensi membawa pathogen virus dan bakteri dari kawasan sepanjang aliran air banjir yang dilaluinya.

Kadang kala banjir menimbulkan korban jiwa yang hanyut terseret air banjir. Pada saat banjir system pelayanan air bersih terganggu, khususnya pada sumur penduduk, menyebabkan kesulitan air bersih. Pelayanan listrik PLN juga mengalami pemadaman, menyebabkan listrik sebagai input produksi menyebabkan beberapa usaha produksi ekonomi terganggu.

Banjir menyebabkan tergenangnya lahan pertanian, menyebabkan gagal tanam dan bahkan gagal panen. Usaha budidaya perikanan di bantaran sungai juga dapat terkena dampak banjir, ikan peliharaan ikut hanyut bersama air banjir. Ternak juga terendam air banjir, ada yang hanyut dan mati. Limbah industri ikut tersapu banjir dan memberi efek ke berbagai masalah pencemaran air dan lahan di kawasan hilir.

Banjir juga melumpuhkan hampir semua aktivitas masyarakat. Para pegawai tidak dapat ke kantor karena jalan akses dan perkantoran terendam banjir. Pusat perdagangan berupa pasar terendam banjir, akses ke pasar terhambat bahkan sumber produksi sayur mayur terendam air banjir. Akses

jalan dan kawasan Pendidikan dan Kesehatan terendam banjir. Berbagai aktifitas moda transportasi terganggu dan mengalami penundaan.

Tingkat keparahan banjir pada suatu wilayah ditentukan oleh tinggi genangan, kecepatan aliran banjir, luas genangan dan lama genangan berlangsung. Tinggi genangan > 1 meter mewajibkan dilakukan evakuasi karena berbahaya bagi keselamatan anak-anak. Kecepatan aliran banjir akan menentukan energi atau kekuatan air banjir mengahanyutkan segala benda yang dilaluinya terkait dengan nilai kerugian materi.

Luas genangan banjir akan menentukan banyaknya penduduk terdampak banjir. Sedangkan lama genangan akan menyebabkan peningkatan biaya logistik di lokasi penampungan dan pengungsian banjir korban banjir. Semakin lama genangan, akan melumpuhkan ekonomi dan bahkan menyebabkan inflasi akibat harga barang kebutuhan pokok yang naik tanpa suplai yang memadai akibat akses jalan yang tergenang.

Untuk mengatasi banjir, maka 3 komponen penyebab banjir harus diintervensi.

- a. Intervensi sumber air hujan agar tidak lebat atau sangat lebat, serta dapat terdistribusi secara merata di semua daratan dan sepanjang bulannya. Kemajuan teknologi menyebabkan modifikasi cuaca, dengan teknologi menggeser wilayah hujan, mengurangi intensitas curah hujan atau menciptakan potensi hujan pada suatu wilayah.
- b. Intervensi kemampuan bumi meresapkan air, melalui perluasan daerah ruang terbuka hijau minimal sama dengan kebutuhan daerah resapan air, meningkatkan porositas tanah, pembangunan sumur resapan dan biopori,

meningkatkan kerapian vegetasi, dan mengurangi penutupan tanah dengan lapisan kedap seperti dan aspal dan beton.

- c. Intervensi dengan menghilangkan semua faktor penghambat aliran air ke laut, baik pengelolaan sampah, sedimen, sistem drainase, normalisasi dimensi badan sungai dan penataan ruang kawasan pesisir yang lebih terbuka untuk air dapat ke laut.

Kekeringan atau Kelangkaan Air

Kemarau

Firman Allah SWT. dalam Surah Al-Mulk ayat 30;
“Katakanlah (Nabi Muhammad), Terangkanlah kepadaku jika (sumber) air kamu surut ke dalam tanah, siapa yang akan memberimu air yang mengalir?”

Musim kemarau adalah suatu musim, dengan kondisi jumlah hari tanpa hujan yang lama atau tidak turun hujan dalam periode panjang. Hal tersebut terjadi karena adanya gerakan angin muson timur yang melewati Indonesia. Musim kemarau di Indonesia terjadi umumnya pada bulan April hingga dengan Oktober.

Musim kemarau berbeda dengan musim panas. Musim panas dicirikan oleh suhu atau temperatur udara bumi yang tinggi, BMKG menetapkan bahwa rentang suhu udara normal di Indonesia berkisar antara 21,3 derajat celcius hingga 29,7 derajat celcius, artinya musim panas jika suhu udara > 29,7.

Sedangkan musim kemarau tolak ukurnya jumlah hari tanpa hujan.

Hari Tanpa Hujan atau disingkat HTH adalah hari tidak terjadi hujan atau curah hujannya kurang dari 1 milimeter per hari. Curah hujan pada musim kemarau lebih rendah dari 60 mm perbulan atau setara rata-rata 2 mm per hari. Sedangkan bila curah hujan di bawah 20 mm per bulan berturut-turut lebih tiga bulan dapat dikatakan kemarau panjang.

Musim kemarau panjang bila hari tanpa hujan lebih dari 100 hari, menyebabkan air tanah menipis oleh evaporasi dan transpirasi, tanaman mulai layu karena berkurangnya air pada tanah maupun jaringan tanaman. Kondisi ini menyebabkan tanah mengalami retak atau pecah, debit sumber air menurun, dan akhirnya menyebabkan berkurangnya produksi pangan, oleh kematian tanaman dan hewan akibat kekeringan.

Daerah yang diterpa musim kemarau panjang tidak memiliki banyak tumbuhan dan hewan yang dapat dikonsumsi. Kerawanan pangan akibat cadangan pangan yang terbatas. Kekurangan pangan pada musim kemarau panjang diperparah oleh kelangkaan sumber air baku. Pada rumah tangga miskin yang bergantung dari sayuran yang dipetik dari alam, musim kemarau menyebabkan kesulitan pemenuhan sayur segar alam.

Pada sisi lain, kemarau dapat memudahkan berbagai aktifitas industri dan perdagangan. Panas matahari yang terus menerus dapat menguapkan air laut dan meningkatkan produksi industri garam. Nelayan lebih mudah untuk melaut dan menangkap ikan tanpa badai dan hujan. Aneka transpor-

tasi darat, laut dan udara lebih lancar tanpa penundaan jadwal akibat cuaca buruk.

Kekeringan

Firman Allah SWT. dalam Surah Al-Kahf ayat 8;
“Kami benar-benar akan menjadikan (pula) apa yang di atasnya sebagai tanah yang tandus lagi kering.”

Kekeringan adalah suatu kondisi wilayah lahan dan masyarakat mengalami kekurangan air, sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan airnya. Salah satu indikator kekeringan adalah berkurangnya air pada sumber-sumber air, tidak sebanding dengan jumlah kebutuhan air. Penyebab utama kekeringan salah satunya adalah kemarau. Curah hujan rendah menyebabkan kekeringan meteorologi.

Menurut Maryono, A., (2014) penyebab kekeringan sama dengan penyebab banjir karena merupakan dua bencana saudara kembar. Keduanya linear dependent, faktor yang menyebabkan kekeringan akan mendorong juga sebagai penyebab banjir. Semakin parah kekeringan, semakin parah banjir. Dua bencana ini terjadi karena faktor iklim yang ekstrim, faktor penurunan daya dukung DAS dan kesalahan pengelolaan sumber daya air.


Namun hal ini dapat dikecualikan pada daerah humid dengan curah hujan tinggi > 3.000 mm/tahun atau pada daerah rawa, yang rawan banjir namun memiliki potensi kecil untuk mengalami kekeringan. Proses terjadinya kekeringan

diawali dengan berkurangnya jumlah curah hujan di bawah normal pada satu musim. Jumlah curah hujan yang rendah akan menyebabkan berkurangnya cadangan air permukaan dan air tanah.

Daerah yang rawan kekeringan umumnya berada di khatulistiwa atau bumi di atas matahari. Intensitas matahari yang tinggi menyebabkan evapotranspirasi tinggi. Bila hujan yang ada lebih banyak sebagai air limpasan (*run off*) dan sedikit meresap sebagai infiltrasi dan perkolasi, maka pada musim kemarau cadangan atau tabungan air tidak mencukupi kebutuhan manusia, hewan, tanaman dan industri untuk periode tanpa hari hujan yang panjang.

Strategi pengelolaan hujan, agar tidak terjadi kekeringan adalah melakukan upaya peningkatan resapan air hujan sebanyak-banyak ke dalam tanah, dan memperbanyak tampungan air buatan di permukaan tanah. Sumber air yang ada harus dapat dipergunakan secara hemat atau tidak boros pada periode hari tanpa hujan.

Salah satu dampak kekeringan pada manusia adalah kurangnya sumber air minum, sehingga mengalami dehidrasi yang sangat berbahaya bagi kesehatan tubuh manusia. Sedangkan kekeringan lahan menyebabkan gagal tanam dan gagal panen, tanaman mengalami titik layu sementara kemudian menuju titik layu permanen dan akhirnya tanaman menguning dan mati. Pada usaha peternakan, kekeringan menyebabkan ternak kurus dengan bobot tubuh rendah.

An aerial photograph showing a large reservoir or dam area. The water is a light blue-green color and occupies the upper half of the image. Several small islands or peninsulas are visible in the water. The surrounding land is a mix of brown, green, and grey, indicating agricultural fields, some of which appear to be flooded or recently harvested. There are some small structures and roads visible on the land. The sky is a pale blue with some light clouds.

Gambar 4.
Kondisi Bendungan saat
Kemarau/Fathul Rakhman

Masalah Distribusi Air

Firman Allah SWT. dalam Surah Al-Jin ayat 16; “Dan bahwasanya: jikalau mereka tetap berjalan lurus di atas jalan itu (agama Islam), benar-benar Kami akan memberi minum kepada mereka air yang segar (rezeki yang banyak).”

Masalah air bukan hanya masalah kualitas dan kuantitas air, tetapi juga distribusi air yang kurang merata pada suatu wilayah. Distribusi air yang tidak merata, menyebabkan kondisi surplus-defisit air antar sub-DAS, antar DAS dan antar pulau. Tingkat pelayanan air yang belum merata, sebagian penduduk Indonesia belum memiliki akses terhadap air baku, air irigasi pertanian, air budidaya perikanan darat dan air peternakan yang berkualitas baik dan cukup. Keterbatasan sarana seperti mobil tanki air dan prasarana seperti sistem perpipaan air sebagai transportasi air antar wilayah. Sistem jaringan air, berupa perpipaan atau salauran terbuka, serta kendala jarak dan topografi menyebabkan terjadi ketidakseimbangan distribusi air antar wilayah.

1. Akses Air Terbatas

Sistem distribusi air baku umumnya menggunakan sistem perpipaan. Air baku, umumnya digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih penduduk, ditrasfer melalui pipa pembawa/distribusi dari sumber ke outlet (keluaran). Kadangkala pada daerah sekitar sumber air yang dilalui oleh pipa pembawa, tidak memiliki akses terhadap air bersih karena



Gambar 5.
Ritual Adat Menjaga Mata
Air/Fathul Rakhman

pipa pembawa pada daerah hulu tidak dianjurkan disadap agar tekanannya tidak berkurang pada daerah hilir.

Fenomena ketersediaan air, berbeda setiap wilayah. Keterbatasan akses air baku untuk penduduk karena kendala topografi Kawasan permukiman yang lebih tinggi dari elevasi sumber air. Persebaran hujan pada sebuah pulau berbeda-beda sesuai peta isohyet yaitu garis yang menghubungkan titik-titik di bumi dengan curah hujan yang sama. Akses air bersih juga terbatas akibat kepadatan penduduk pada sebuah kawasan permukiman yang lebih besar dari ketersediaan debit sumber air.

Perkampungan padat penduduk, sumber air kadang berlimpah secara kuantitas. Kepadatan penduduk mendorong banyak sumber air menjadi tercemar akibat limbah industri dan limbah rumah tangga. Air tercemar pada kawasan padat penduduk, menyebabkan mahalnya harga air bersih.

2. Keterbatasan air pada pulau kecil

Ketersediaan air baku paling bermasalah pada pulau-pulau kecil. Tidak semua pulau kecil memiliki sumber air tawar. Jarak pulau kecil ke daratan terdekat yang memiliki sumber air menjadi ukuran beban biaya transportasi air bersih ke pulau kecil. Kadang kala sumber air bersih di darat juga terbatas, dan pada musim kemarau menjadi rebutan. Posisi penduduk pulau kecil adalah berada pada akses terakhir setelah penduduk daratan dapat terpenuhi kebutuhan airnya.

Penyediaan air baku pada pulau kecil adalah kewajiban pemerintah untuk memenuhi kebutuhan air bagi masyarakatnya. Baik dengan pengelolaan berbasis bisnis untuk air baku industri dan perhotelan maupun pola subsidi untuk air baku rumah tangga. Komersialisasi pengelolaan air baku pulau kecil melalui pengolahan air laut oleh swasta, mendorong mahalannya harga air bersih pulau kecil, yang menyebabkan biaya hidup yang lebih mahal pada pulau kecil akibat mahalannya biaya pangan, papan, sandang dan air bersih.

Nilai ekonomi air pada pulau-pulau kecil sangat mahal dibandingkan nilai ekonomi air di daratan. Hal ini menyebabkan biaya pemenuhan kebutuhan air sehari-hari pada pulau kecil menyamai bahkan melebihi kebutuhan biaya makan dan sandang. Salah satu penyebab kemiskinan nelayan pada pulau kecil adalah akses air bersih yang terbatas.

3. Ketimpangan Air antar wilayah dan sektor

Faktor penghambat distribusi air adalah ketimpangan ketersediaan air antar wilayah. Umumnya wilayah pegunungan memiliki curah hujan > 3.000 per tahun dan wilayah pesisir memiliki curah hujan < 1.000 mm per tahun. Pada hulu DAS air berlimpah, pada daerah tengah DAS air tercukupi,





Gambar 6.
Warga Pulau Kecil
Mengantri Untuk Membeli
Air/Fathul Rakhman

namun pada hilir DAS air sangat terbatas. Kesenjangan air antar wilayah, diperparah oleh klaim adat masyarakat hulu bahwa kepemilikan sumber air dimiliki oleh masyarakat sekitar sumber air.

Air juga diperebutkan oleh berbagai sektor. Sektor yang memperebutkan adalah air minum, pertanian, peternakan, perikanan, wisata air dan industri. Air belum banyak dapat dipahami sebagai barang publik miliki bersama yang dikuasai dan didistribusikan oleh negara.

Konflik klaim kepemilikan sumber air lebih berat pada sumber air yang berada pada tanah hak milik dibandingkan sumber air yang berada pada tanah negara atau Kawasan hutan. Hal ini menyebabkan terhambatnya pasokan air secara adil dan merata antar wilayah dan antar sektor. Pada saat air limit, khususnya pada musim kemarau, air menjadi barang rebutan dan sumber konflik sosial antar penduduk hulu-hilir, antara pemerintah-masyarakat dan antara PDAM-masyarakat, bahkan antara swasta-masyarakat.

Jarak jauh dan beda tinggi elevasi antara sumber air dan kawasan permukiman yang membutuhkan air, menjadi masalah tingginya biaya infrastruktur distribusi air. Posisi permukiman yang sangat tinggi dari sumber air membutuhkan teknologi pompa yang mahal pada sisi investasi dan biaya operasional. Hal ini menyebabkan iuran pembayaran air akan sangat mahal dan sulit dipenuhi oleh penduduk miskin kecuali dengan skema subsidi yang akan terus membebani keuangan negara dan daerah.**

[3]

MANAJEMEN IRIGASI

Pengertian

Irigasi merupakan rangkaian kegiatan penampungan, pengaliran, pendistribusian dan pengaturan air untuk pertanian. Pengelolaan air Irigasi diatur dengan cara pemberian, baik secara alamiah ataupun buatan kepada tanah dengan tujuan untuk memberi air bagi pertumbuhan tanaman, ternak dan ikan. Secara alamiah air disuplai oleh hujan. Air irigasi adalah cara pemberian air secara buatan, yang dialirkan dari sumber air menuju ke areal irigasi sehingga kebutuhan air dapat tercukupi dalam jumlah dan waktu tertentu.

Air irigasi umumnya diperuntukkan bagi tanaman budidaya, melalui pengaturan waktu dan jumlah air untuk pembasahan tanah agar air tidak kekurangan atau berlebihan masuk ke tanah pertanian. Air irigasi bisa menyuburkan jika jumlah dan waktu pemberiannya secara tepat. Bersama air irigasi juga memiliki kandungan sedimen lumpur dan unsur hara penyubur tanaman. Irigasi memiliki peranan untuk ketersediaan air dan hara secara cukup pada musim kemarau.

Daerah irigasi merupakan kesatuan lahan dalam satu hamparan atau beberapa hamparan yang mendapat air irigasi dari satu jaringan irigasi atau lebih jaringan irigasi yang

terkoneksi melalui saluran suplesi. Daerah irigasi terdiri dari sumber penampung air, saluran atau jaringan irigasi dan area lahan pertanian yang mendapat air irigasi.

Jaringan irigasi merupakan satu kesatuan sistem pemba-wa air baik berupa perpipaan tertutup atau saluran terbuka. Jaringan irigasi berupa bangunan saluran suplesi, saluran pembawa primer, sekunder dan tersier, bangunan pintu bagi, dan bangunan pelengkap lainnya nya yang merupakan satu kesatuan yang diperlukan untuk penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan, dan pembuangan air irigasi.

Air irigasi memiliki fungsi sebagai berikut:

- 1) Memasok kebutuhan air pada tanaman pertanian;
- 2) Menjamin ketersediaan air di musim kemarau dari tam-pungan;
- 3) Menurunkan suhu tanah, khususnya pada musim kema-
rauh;
- 4) Mengurangi pecah atau retaknya tanah pada musim ke-
marau;
- 5) Membersihkan tanah dari hama yang bersarang di lu-
bang tanah.

Irigasi memiliki peran yang sangat penting di daerah pertanian yang memiliki curah hujan rendah atau biasanya curah hujan tahunan < 1.000 mm per tahun. Sedangkan sis-tem drainase pada daerah rawa atau gambut diperlukan untuk proses pembuangan kelebihan air pada tanah sehingga mencegah kerusakan tanaman budidaya pertanian, akibat ge-
nangan air berlebihan.

Sistem irigasi harus memiliki pintu air penampung dan pintu air saluran yang bisa dibuka tutup. Hal ini untuk me-

mudahkan pengaturan penggunaan air irigasi oleh petugas pengairan, baik pengamat, juru pengairan dan penjaga pintu air serta perkumpulan petani pemakai air (P3A). Petani pengguna air irigasi memiliki produktivitas dan indeks pertanaman (IP) yang lebih tinggi dibandingkan petani non irigasi atau petani lahan tadah hujan.

Selain berfungsi sebagai irigasi, bangunan irigasi juga dapat berfungsi untuk mengurangi dampak banjir, kerambakan, tempat minum ternak dan tempat mencuci pakaian bagi masyarakat sekitar. Pada musim hujan, semua atau sebagian pintu saluran irigasi di buka, agar kelebihan air dapat mengalir secara cepat dan terbuang ke sungai dan laut. Saluran irigasi dapat diatur debit airnya sesuai kondisi curah hujan.

Selain memiliki manfaat positif, pembangunan sistem irigasi memiliki dampak negatif. Tergenangnya lahan basah dan hutan di hulu sungai yang dibendung dan mengeringnya sebagian sempadan sungai hilir bendung. Berkurangnya debit air yang tersedia untuk penggunaan industri dan permukiman di hilir sungai. Naiknya tinggi air tanah pada daerah hulu bendung dan turun pada hilir bendung. Berkurangnya flora dan fauna pada daerah hilir bendung yang semakin kering.

Jenis Irigasi

Di Indonesia terdapat beberapa jenis irigasi. Sebelum menentukan pilihan pada jenis irigasi yang akan dibangun, terlebih dahulu kita harus mamahami potensi rona lingkungan awal. Selain itu setiap jenis teknik irigasi memiliki kelebihan dan kekurangan. Teknik irigasi terbaik adalah yang paling sesuai dengan karakteristik daerah irigasi, jenis tanaman budidaya dan sistem yang akan dibangun.

Kondisi rona lingkungan atau karakteristik daerah irigasi akan menentukan pemilihan Teknik irigasi. Faktor penting yang harus dipertimbangkan adalah intensitas curah hujan, kondisi daerah aliran sungai, jenis tanah, suhu, nilai evapotranspirasi. Sebagai contoh pada jenis tanah dengan tekstur pasir, irigasi permukaan cenderung boros, karena nilai infiltrasi yang tinggi.

Jenis tanaman yang diusahakan sebaiknya tanaman yang bernilai ekonomi tinggi karena umumnya pembuatan irigasi membutuhkan biaya yang cukup tinggi. Irigasi tetes misalnya tentu lebih sesuai untuk lahan kecil dengan jenis tanaman cabe yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi.

Beberapa jenis irigasi yang populer di Indonesia adalah sebagai berikut :

1. Irigasi Permukaan (*Surface Irrigation*)

Irigasi permukaan merupakan teknik irigasi dengan cara mendistribusikan air irigasi ke lahan pertanian melalui permukaan tanah. Air mengalir secara gravitasi mengikuti beda tinggi dan berjenjang sesuai garis kontur. Biasa kemiringan saluran pembawa air adalah $\pm 5\%$, jika terlalu rata air tergenang dan jika terlalu curam air mengalir sangat deras, sehingga memperpendek umur saluran irigasi. Air irigasi ini mengalir sendiri secara alami tanpa bantuan energi buatan atau pompa. Jenis irigasi ini adalah cara yang paling banyak digunakan di Indonesia.

Menurut Wirosoedarmo, R., (2019) irigasi permukaan, dilakukan dengan dua cara, yaitu **pertama** pemberian air irigasi dengan cara penggenangan ke seluruh permukaan lahan, **kedua** pemberian air irigasi melalui alur-alur di permukaan lahan. Metode irigasi permukaan membutuhkan air dalam

jumlah yang besar. Kehilangan air irigasi selama pengaliran besar, baik sebagai rembesan ke dalam tanah, penguapan sepanjang saluran dan lahan pertanaman. Teknik irigasi ini cocok pada lahan yang agak datar dan tidak bergelombang.

Jenis irigasi permukaan cocok digunakan pada tanah yang bertekstur halus (ber-liat) sampai sedang (ber-debu). Pada tanah bertekstur liat bila di genangi air irigasi secara terus menerus, maka di bawah lapisan tanah yang sering di bajak, akan terbentuk lapisan bajak yang kedap air, akibat partikel liat halus berkumpul membentuk lapisan *impermeable*.

Sedangkan pada tanah bertekstur pasir, bila menggunakan tipe irigasi permukaan akan sangat boros air. Semakin tebal solum tanah dan semakin banyak persentase fraksi pasirnya, maka kebutuhan air irigasi semakin besar. Infiltrasi dan perkolasi yang besar pada tanah berpasir menyebabkan irigasi tipe permukaan sulit membentuk genangan air permukaan pada tanaman yang suka tergenang seperti padi.

Irigasi permukaan membutuhkan seluruh tanah terendam. Tanaman secara otomatis mendapatkan air dari penggenangan bila pintu bagi irigasi dibuka. Pada saat yang bersamaan, petani memiliki banyak waktu untuk melakukan pekerjaan perawatan tanaman tanpa harus bekerja mengairi setiap tanaman.

2. Irigasi curah (*Sprinkler Irrigation*)

Irigasi curah merupakan teknik irigasi dengan menyemprotkan air ke udara kemudian air jatuh ke permukaan tanaman dan tanah secara bersamaan seperti air hujan. Jenis teknik irigasi ini bertujuan agar air dapat diberikan secara

merata oleh alat *sprinkler*. Setelah seluruh tanah dan tanaman memperoleh cukup air, maka sprinkler dapat dimatikan.

Alat penyiram irigasi berupa seperangkat alat irigasi *sprinkler* yang digunakan untuk mengairi tanah dan tanaman pertanian. Umumnya cocok untuk irigasi pada halaman rumput, lanskap, lapangan golf, budidaya dalam rumah kaca atau tanaman budidaya yang tidak membutuhkan penggenangan tapi hanya membutuhkan pembasahan permukaan tanaman seperti tanaman bawah merah. Irigasi ini juga bisa sebagai pendingin lahan dan udara yang panas, serta mengurangi debu yang berterbangan di udara akibat aktifitas pembangunan atau kegiatan pabrik.

Keuntungan irigasi curah, antara lain:

- a. Efisiensi pemakaian air cukup tinggi;
- b. Volume air dapat diatur secara cermat dan otomatis;
- c. Dapat digunakan untuk lahan dengan topografi bergelombang seperti lapangan golf;
- d. Dapat diaplikasikan pada berbagai kedalaman tanah (solum) yang dangkal;
- e. Mekanisme kerja peralatan yang diperlukan cukup sederhana;
- f. Dapat menggunakan tenaga gravitasi, dengan syarat sumber air memiliki elevasi lebih tinggi dari areal lahan irigasi;
- g. Cocok untuk tanah berpasir, dengan laju infiltrasi dan perkolasi yang tinggi.

Salah satu kekurangan dari sistem ini adalah mahalnya biaya investasi awal. Sistem irigasi curah ini membutuhkan penampung air dengan ketinggian yang cukup, semakin besar beda tinggi antara penampung dengan areal irigasi, maka te-

kanan curah air akan semakin kuat. Selain itu membutuhkan pipa pembawa dan alat *sprinkler*. Wilayah jelajah curahan air per satu *sprinkler* tergantung tekanan air dan kualitas alat *sprinkler* yang digunakan. Untuk memperkuat tekanan air pada alat *sprinkler* dapat pula ditambahkan komponen dari tenaga pompa air.

3. Irigasi Tetes (*Drip Irrigation*)

Irigasi tetes merupakan teknik irigasi dengan meneteskan air irigasi ke tanah atau tanaman. Teknik ini untuk menghemat air atau dapat pula berupa air irigasi yang telah dicampurkan dengan pupuk cair. Air irigasi menetes pelan-pelan ke akar tanaman, baik melalui permukaan tanah atau langsung ke batang atau akar, melalui jaringan katup, pipa dan emitor/emiter.

Cara penetasan air irigasi di atas permukaan tanah umum dilakukan. Posisi tandon air komunal atau tandon kecil per tanaman diletakkan di atas tanah, sehingga air menetes ke bawah di permukaan tanah secara gravitasi. Penetasan air di permukaan tanah berpotensi sebagian air menguap sebagai evaporasi dari permukaan tanah pada kondisi suhu udara tinggi.

Sedangkan pada irigasi tetes di bawah permukaan tanah, tandon air dikubur di dalam tanah sehingga air menetes dari samping akar tanaman lalu merembes di sekitar akar tanaman. Kondisi tetesan di dalam air yang tidak tampak menyulitkan dalam control debit air irigasi dan berpotensi air tersumbat.

Teknik Irigasi tetes merupakan teknologi yang cocok untuk mengatasi kebutuhan air pada tanaman sewaktu musim kemarau dengan cadangan air irigasi yang terbatas. Teknolo-

gi ini cocok untuk lahan pertanian yang tidak terlalu luas dapat memanfaatkan gaya jatuh air dari ketinggian tanpa menggunakan pompa. Nilai tanaman per hektar menentukan kelayakan irigasi tetes.

Irigasi tetes misalnya sangat efisien untuk tanaman cabai. Biaya investasi dan operasional untuk infrastruktur irigasi tetes sebanding dengan nilai jual dan keuntungan dari hasil tanaman cabai. Sedangkan pada tanaman jagung, irigasi tetes kurang dianjurkan karena nilai investasi dan operasional irigasi tetes tidak sebanding dengan keuntungan budidaya tanaman jagung.

Keunggulan irigasi tetes yaitu dapat menghemat air irigasi, tanpa energi pendukung, biaya pengelolaan murah, bisa diaplikasikan bersama pupuk dan sangat tepat digunakan untuk lahan yang tidak rata dan sempit. Namun demikian irigasi tetes tidak cocok untuk budidaya pertanian skala luas, jumlah tanaman yang banyak dan indeks kerapatan yang tinggi.

Kelemahan irigasi tetes dapat menyebabkan penumpukan garam pada titik jatuh tetesan air, terutama apabila air yang digunakan mengandung garam yang tinggi. Irigasi ini juga tidak efisien pada kondisi nilai evaporasi dari tanah yang tinggi dan pada transpirasi tanaman yang besar. Evapotranspirasi yang besar, menyebabkan tetesan air irigasi lebih banyak hilang dibandingkan untuk dapat diserap oleh akar tanaman.

4. Irigasi Hidroponik atau Aeroponic

Sistem Irigasi Hidroponik merupakan teknik irigasi tanpa menggunakan tanah. Media tanam yang digunakan hanya berupa air. Sistem ini cocok untuk budidaya pertanian di lahan yang sempit namun tersedia air sepanjang tahun. Sistem

ini dapat dipadukan dengan budidaya dalam rumah kaca atau rumah plastik. Irigasi hidroponik sangat cocok untuk tanaman sayur mayur dengan kebutuhan air irigasi yang besar agar pertumbuhannya cepat dan optimal.

Pada sistem irigasi hidroponik dapat menggunakan pompa atau alat sirkulasi air dengan pompa (daya kecil), dibandingkan dengan pompa pada irigasi tetes dan sprinkler (daya sedang) dan pompa pada irigasi pompa (daya besar). Pompa pada irigasi hidroponik diperlukan karena air irigasi berputar secara sirkulasi agar terjadi aliran hara dan oksigen.

Perpaduan pemupukan pada irigasi hidroponik, dilakukan melalui pencampuran pupuk dalam air irigasi. Pengukuran pH air dan kadar hara secara regular perlu dilakukan untuk memantau kondisi media air agar tersedia hara secara cukup untuk tanaman dapat tumbuh sehat.

Bahan yang digunakan untuk menampung air sebagai media tanam dapat berupa kolam, terpal, badan air sungai/danau, atau pipa. Agar tanaman bisa tegak berdiri digunakan berbagai penyangga plastik atau berbahan kayu.

5. Irigasi Pompa (*Lift Irrigation*)

Sistem irigasi pompa merupakan teknik pengambilan air dari penampungan air dan atau pendistribusian air irigasi dengan menggunakan pompa air sebagai peralatan utama penggerak air. Pendistribusiannya dapat melalui saluran terbuka maupun tertutup.

Teknik Irigasi pompa dipilih bila sumber air irigasi berada pada lokasi yang lebih rendah dibandingkan dengan lokasi tanaman budidaya. Bila air dinaikkan secara manual maupun mekanis, tidak memungkinkan karena lahan pertanian yang luas. Cara manual menaikkan air misalnya dengan tim-

ba/ember/gembor dengan tenaga ekstra manusia hanya dapat dilakukan jika areal lahan irigasi kecil.

Tenaga pompa digunakan untuk menaikkan dan mendistribusikan air irigasi. Sumber air irigasi dapat berupa sungai, waduk, kolam, dan sumur yang berada lebih rendah dari posisi lahan pertanian yang membutuhkan air. Pipa diperlukan sebagai saluran air pembawa dari sumber air ke pompa. Sedangkan saluran pembawa dari pompa ke areal pertanian dapat berupa pipa atau saluran terbuka.

Jenis pompa aksial banyak diimplementasikan pada sistem irigasi pompa. Jenis ini memiliki kelebihan mampu menaikkan debit aliran air yang besar serta melibatkan efek sifon di dalam alirannya. Daya pompa yang digunakan dapat disesuaikan dengan luas areal, debit air irigasi, ukuran pipa pembawa dan beda tinggi sumber air dengan areal lahan irigasi.

Irigasi pompa menjadi alternatif terakhir bila irigasi dengan tenaga gravitasi tidak memungkinkan dilakukan. Kelebihan tipe irigasi ini dapat dibangun berupa sistem pompa permanen atau dapat pula berupa pompa mobile yang dapat dipindahkan ke setiap petak lahan yang membutuhkan air irigasi.

Kelemahan irigasi pompa membutuhkan biaya investasi dan operasional irigasi pompa cukup besar. Komponen biaya operasional yang tinggi apabila menggunakan bahan bakar minyak (BBM), apalagi bila BBM non subsidi. Pompa yang lebih hemat bila menggunakan energi listrik daya PLN. Pompa tenaga kincir angin adalah jenis pompa yang paling efisien.

6. Irigasi Bawah Permukaan (*Sub-Surface Irrigation*)

Teknik irigasi bawah permukaan merupakan sistem pemberian air irigasi melalui bawah permukaan tanah. Injeksi air irigasi ke dalam lapisan tanah agar air langsung meresapkan ke dalam tanah. Tujuannya untuk meperkecil penguapan air (evaporasi) dari permukaan tanah akibat suhu yang tinggi pada musim kemarau. Air irigasi masuk ke di bawah daerah akar menggunakan pipa bawah tanah.

Kekurangan irigasi bawah permukaan dapat menyebabkan pembusukan akar tanaman. Daya ikat tanah menyimpan air harus besar, agar air irigasi lebih efisien terserap akar tanaman. Laju perkolasi air irigasi dari tanah ke batuan di bawah tanah harus minimum, dan lebih ideal tanah berada pada lapisan batuan kedap air.

7. Irigasi Pasang Surut untuk Tambak

Teknik irigasi pasang surut merupakan irigasi yang memanfaatkan air pasang dari air laut. Menggunakan air laut yang asin atau air payau, maka air ini tidak dapat digunakan untuk irigasi tanaman, namun lebih tepatnya digunakan untuk budidaya ikan pada kolam tambak di daerah pesisir.

Irigasi Tambak adalah jaringan irigasi untuk mengalirkan air bagi pertambakan. Jenis air untuk irigasi tambak adalah air payau, yang diperoleh dengan mencampuran air dari laut pada saat pasang dengan air tawar yang bersumber dari sisa air permukaan pada muara sungai maupun dari sumber air tanah. Jumlah air tawar yang dicampurkan tergantung kadar garam yang dibutuhkan pada setiap usaha budidaya perikanan tambak.

Jaringan irigasi sederhana tambak berupa saluran sederhana, untuk menaikkan air laut pada saat pasang. Saluran

ini dilengkapi dengan pintu air yang akan dibuka pada saat pasang dan ditutup pada saat air laut surut. Teknik irigasi tambak juga dilengkapi dengan pintu pembuang pada dasar tambak, jika panen ikan tiba atau pada saat dilakukan pergantian atau pembersihan tambak. Pada musim kemarau tambak-tambak ini dapat pula dimanfaatkan sebagai lahan garam.

Tambak sistem tradisional, saluran dan pintu air, berfungsi sebagai pembawa dan pembuang air payau dibuat tidak terpisah agar pencampuran antara air asin dengan air tawar secara alamiah. Kini irigasi tambak modern melakukan rasio pencampuran air asin dan air tawar secara cermat untuk mendapatkan kualitas media air tambak yang optimal.

Sistem pasang surut pada tambak, telah tergantikan dengan sistem irigasi pompa pada lahan tambak. Hal ini menyebabkan budidaya ikan tambak dapat dilakukan pada lahan pesisir yang memiliki ketinggian melebihi muka air pasang tertinggi, pada lahan-lahan perbukitan.

Masalah krusial pada irigasi tambak adalah tingginya residu bahan pencemaran pada buangan air tambak. Limbah cair dari usaha budidaya tambak intensif mengandung banyak bahan kimia, mikroorganisme dari kotoran ikan dan sedimen yang menyebabkan pencemaran air laut pada area outlet air limbah tambak. Pengolahan limbah cair budidaya ikan tambak di banyak tempat belum mampu untuk memenuhi baku mutu air laut.

Kondisi indeks kualitas air laut (IKAL) yang rendah pada Kawasan tambak, sangat mengancam daerah konservasi laut terdekat dan mengganggu sektor pariwisata. Khususnya area *diving* terjadi gangguan pada ekosistem lamun, terumbu

ka-rang dan aneka bentuk akibat limbah cair tambak. Untuk itu upaya pengembangan teknologi IPAL untuk tambak sangat penting diterapkan oleh pelaku usaha budidaya ikan tambak.

Pemilihan teknik irigasi pada lahan pertanian harus disesuaikan dengan kondisi agroklimat. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan jenis irigasi yang akan digunakan adalah:

- a. Posisi sumber air irigasi dengan areal lahan pertanian;
- b. Ketersediaan debit air irigasi dibandingkan luas lahan pertanian;
- c. Jenis tanaman yang akan dikembangkan;
- d. Karakter perakaran tanaman dan;
- e. Kebutuhan air tanaman serta;
- f. Kondisi lingkungan, baik suhu, curah hujan dan hidrogeologi.

Tingkatan Jaringan Irigasi

Berdasarkan cara pengaturan, pengukuran aliran air dan lengkapnya fasilitas, jaringan irigasi dapat dibedakan ke dalam tiga tingkatan yaitu:

1. Sederhana;
2. Semi teknis, atau;
3. Teknis.

Suatu jaringan irigasi dapat dibedakan adanya empat unsur fungsional pokok, yaitu:

- a. Bangunan-bangunan utama (*head works*) dimana air diambil dari sumbernya, umumnya sungai atau waduk;
- b. Jaringan pembawa berupa saluran yang mengalirkan air irigasi ke petak-petak tersier;

- c. Petak-petak tersier dengan sistem pembagian air dan sistem pembuangan kolektif, air irigasi dibagi-bagi dan dialirkan ke sawah-sawah dan kelebihan air ditampung di dalam suatu sistem pembuangan didalam petak tersier;
- d. Sistem pembuang berupa saluran dan bangunan bertujuan untuk membuang kelebihan air dari sawah ke sungai atau saluran-saluran alamiah.

Tabel 3. Klasifikasi Jaringan Irigasi

No.	Jaringan Irigasi	Klasifikasi Jaringan Irigasi		
		Teknis	Semi teknis	Sederhana
1	Bangunan Utama	Bangunan permanen	Bangunan permanen atau semi permanen	Bangunan sementara
2	Kemampuan bangunan dalam mengukur dan mengatur debit	Baik	Sedang	Jelek
3	Jaringan saluran	Saluran irigasi dan pembuang ter-pisah	Saluran irigasi dan pembuang tidak sepenuhnya terpisah	Saluran irigasi dan pembuang jadi satu
4	Petak tersier	Dikembangkan sepenuhnya	Belum dikembangkan atau densitas bangunan tersier jarang	Belum ada jaringan ter-pisah yang dikembangkan
5	Efisiensi secara keseluruhan	Tinggi 50% - 60% (Ancar-ancar)	Sedang 40% - 50% (Ancar-ancar)	Kurang < 40% (Ancar-ancar)
6	Ukuran	Tak ada batasan	Sampai 2.000 ha	Tak lebih dari 500 ha
7	Jalan Usaha Tani	Ada keseluruhan areal	Hanya sebagian areal	Cenderung tidak ada
8	Kondisi O&P	<ul style="list-style-type: none"> • Ada instansi yang menangani • Dilaksanakan teratur 	Belum teratur	Tidak ada O&P

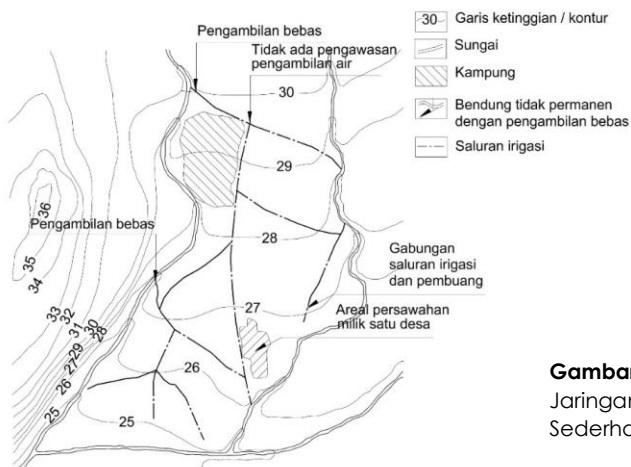
Kriteria Perencanaan Jaringan Irigasi

Sumber :

1. Irigasi Sederhana

Irigasi sederhana, lihat Gambar 4.1. pembagian air tidak diukur atau diatur, air lebih akan mengalir ke saluran pembuang. Para petani memakai air itu tergabung dalam satu kelompok jaringan irigasi yang sama, sehingga tidak memerlukan keterlibatan pemerintah dalam organisasi jaringan irigasi semacam ini. Persediaan air biasanya berlimpah dengan kemiringan berkisar antara sedang sampai curam. Hampir tidak diperlukan teknik yang sulit untuk sistem pembagian airnya.

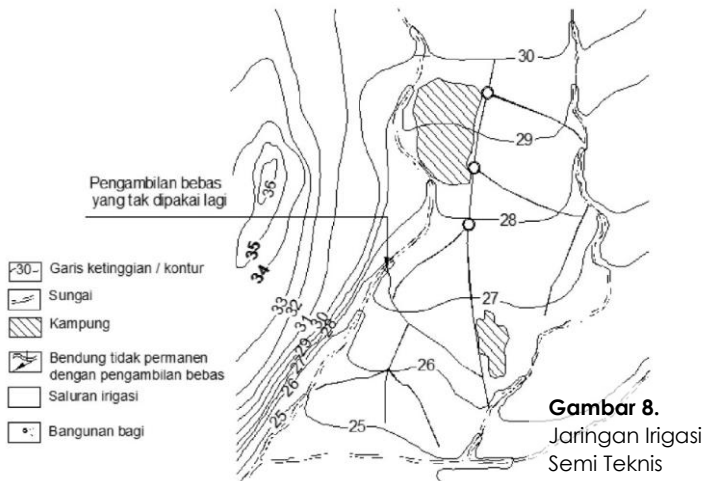
Jaringan irigasi yang masih sederhana itu mudah diorganisasi tetapi memiliki kelemahan yang serius. Pertama ada pemborosan air, karena pada umumnya jaringan ini terletak di daerah yang tinggi, air yang terbuang itu tidak selalu dapat mencapai daerah rendah yang lebih subur. Kedua, terdapat banyak penyadapan yang memerlukan lebih banyak biaya lagi dari penduduk karena setiap zona membuat jaringan dan pengambilan sendiri-sendiri, karena bangunan pengelaknya bukan bangunan tetap/permanen, maka umurnya lebih pendek.



Gambar 7.
Jaringan Irigasi Sederhana

2. Jaringan Irigasi Semi Teknis

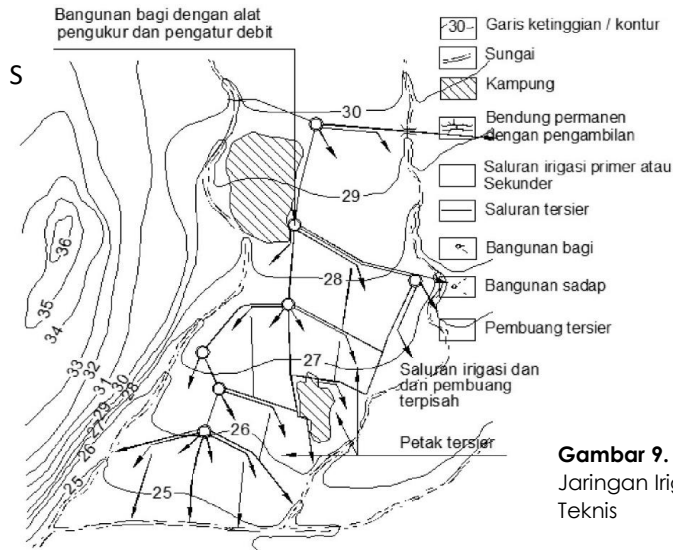
Perbedaan antara jaringan irigasi sederhana dan jaringan semiteknis adalah bahwa jaringan semiteknis ini bendungnya terletak di sungai, lengkap dengan bangunan pengambilan dan bangunan pengukur di bagian hilirnya. Beberapa bangunan permanen di jaringan saluran. Sistem pembagian air biasanya serupa dengan jaringan sederhana (lihat Gambar 4-2). Jaringan irigasi dipakai untuk melayani/mengairi daerah yang lebih luas dari daerah layanan pada jaringan sederhana. Biaya operasionalnya ditanggung oleh lebih banyak daerah layanan irigasi. Organisasinya akan lebih rumit jika bangunan tetapnya berupa bangunan pengambilan dari sungai, karena diperlukan lebih banyak keterlibatan pemerintah.



3. Jaringan Irigasi Teknis

Prinsip perencanaan jaringan irigasi teknis adalah pemisahan antara jaringan irigasi dan jaringan pembuang atau pematas. Hal ini berarti bahwa baik saluran irigasi maupun pembuang tetap bekerja sesuai dengan fungsinya masing-

masing, dari hulu hingga hilir. Saluran irigasi mengalirkan air irigasi ke sawah-sawah dan saluran pembuang mengalirkan air lebih dari sawah-sawah ke saluran pembuang alami yang kemudian akan diteruskan ke laut (lihat Gambar 4-3.).



Gambar 9.
Jaringan Irigasi Teknis

Jenis Bangunan pada Irigasi Permukaan

Irigasi permukaan merupakan teknik irigasi yang banyak dikembangkan di Indonesia. Membendung sungai menjadi sebuah bendungan adalah teknik yang paling banyak dibangun sebagai sumber irigasi lahan pertanian karena dapat mengairi sawah yang luas. Beberapa jenis bangunan pada irigasi permukaan adalah sebagai berikut:

1. **Bangunan Penampung Air**, dapat berupa:
 - a. Bendungan, Bendung dan Waduk

Bendungan berukuran besar, dengan luas genangan umumnya > 100 Ha. Bendung berukuran sedang, dengan luas

genangan 10-100 Ha. Waduk berukuran kecil, dengan luas genangan 1-10 Ha.

Bendung merupakan cekungan buatan pada permukaan tanah yang dimaksudkan untuk menampung/menaikkan tinggi genangan air sungai dan air hujan pada saat terjadi kelebihan air pada musim penghujan. Menurut Hatmoko, W., (2021) air bendungan/waduk dimanfaatkan untuk; 1) air bersih dan irigasi di hilir waduk; 2) mengendalikan dan menampung air banjir; 3) mengendalikan tinggi genangan air waduk untuk rekreasi dan keperluan olah raga air; dan 4) sumber energi yaitu pembangkit listrik tenaga air (PLTA) atau hidro (PLTH) atau mikro hidro (PLTMH) dan berbagai keperluan lainnya pada saat musim kemarau.



Gambar 10.
Bendungan Santong
untuk Irigasi 1.471 Ha
dan PLTMH 46 kW

Bendungan memiliki beberapa bagian bangunan berupa; badan bendungan, pondasi badan bendung, pintu bagi air (*gates*), bangunan pelimpah (*spillway*), kolam sedimen, kanal (*canal*), saluran sumber air alami/buatan (*reservoir*), kelep,

valves atau katup untuk mengeringkan bendungan. Badan bendungan merupakan bangunan yang dapat berupa urukan tanah, urukan batu, dan beton, yang dibangun untuk menahan dan meninggikan tinggi genangan air sungai pada daerah genangan bendungan. Daerah genangan bendungan memiliki *buffer zone* dengan Kawasan di sekitar sebagai daerah cadangan jika terjadi banjir pada area genangan bendungan.

Bendungan juga dilengkapi beberapa bangunan pendukung, yaitu alat ukur debit dan tinggi muka air bendung, rumah operasi pintu bendung untuk petugas bendungan, peralatan komunikasi bila terjadi kejadian luar biasa, jembatan di atas bendung dan tangga turun ke dasar bendung. Beberapa bendungan dibangun dengan tidak memiliki pintu air, sehingga air yang ada dibiarkan meluap dan mengalir dari bagian atas bendung melalui bangunan pelimpah.

b. Embung

Embung adalah tandon air buatan, mirip bendungan /bendung/ waduk, namun berukuran luas genangan umumnya < 1 ha (sangat kecil). Berada di lahan pertanian (*small farm reservoir*) yang dibangun untuk menampung kelebihan air hujan. Selain berbeda ukuran dengan bendungan, sumber air embung umumnya berasal dari air hujan dan tidak memben-dung sungai. Type bangunan embung dapat sangat sederhana berupa cekungan pada permukaan tanah yang dikelilingi tanggul urukan tanah dengan sebuah pintu air atau tanpa pintu air menyerupai kolam besar. Selain digunakan sebagai sumber air irigasi, embung juga dimanfaatkan untuk budidaya ikan air tawar.

2. Bangunan Saluran irigasi, berupa :

a. Jaringan irigasi primer (Saluran Induk)

Jaringan irigasi primer adalah saluran utama yang berhubungan langsung dengan bendungan dan berada dibawah pintu bendungan. Fungsi jaringan irigasi primer untuk menyalurkan air dari bangunan utama (bendungan) ke satu atau lebih saluran sekunder. Jaringan irigasi primer terdiri dari saluran irigasi primer, pintu bagi, rumah jaga dan beberapa bangunan pendukung.

b. Jaringan Irigasi sekunder (saluran sekunder)

Jaringan irigasi sekunder adalah saluran pembawa kedua yang mengambil air dari saluran induk (primer) dan disalurkan ke satu atau beberapa saluran irigasi tersier. Jaringan irigasi sekunder dapat berupa saluran sekunder, pintu bagi, rumah jaga dan beberapa bangunan pendukung.

c. Saluran tersier

Saluran tersier adalah saluran pembawa ketiga yang mengambil air dari saluran sekunder dan disalurkan langsung ke areal pertanian atau masih melalui perantara saluran kuarter. Saluran tersier dan kuarter merupakan kewenangan instansi yang membidangi pertanian, sedangkan jaringan primer dan sekunder merupakan tanggung jawab berada pada instansi pekerjaan umum. Saluran tersier dan kuarter kadang kala hanya berupa saluran tanah dan sebagian ada menggunakan pasangan batu, dioperasikan oleh perkumpulan petani pemakai air (P3A), dengan atau tanpa pintu bagi permanen.

d. Saluran kuarter

Saluran kuarter adalah saluran pembawa ke empat yang mengambil air dari saluran tersier dan disalurkan langsung ke area lahan pertanian. Saluran kuarter biasanya merupakan parit tanah, yang digunakan untuk mengalirkan air irigasi antara petak sawah untuk memudahkan pengaturan air irigasi, khususnya bila tanaman budidaya berbeda jenis tanaman dan berbeda umur tanaman antar petak, sehingga membutuhkan sejumlah air yang berbeda.

e. Jaringan Suplesi (Saluran Suplesi)

Jaringan suplesi adalah saluran pembawa air dari sumber air ke suatu daerah irigasi (DI) tujuan. Sumber air suplesi dapat berupa sungai atau bendungan lain. Tujuan air suplesi untuk memperkuat debit pada suatu daerah irigasi, baik sebagai input tambahan pada bendungan maupun input tambahan pada saluran primer atau sekunder.

3. Bangunan penunjang

a. Sipun

Sipun adalah jenis bangunan yang membawa air melewati bagian bawah saluran lain, bawah sungai, bawah jalan atau pada sebuah cekungan. Aliran air dalam sipon bersifat tertutup sehingga air mengalir karena tekanan. Sipun dapat berupa pipa besar atau terowongan beton.

b. Bangunan penunjang lainnya

Bangunan penunjang lainnya adalah semua bangunan pada suatu daerah irigasi, yang dibangun untuk melengkapi berfungsinya sistem irigasi secara optimal. Bangunan penunjang dapat berupa jalan inspeksi pada bendung, jalan inspeksi pada saluran primer dan atau sekunder, kantor pengamat pengairan, rumah jaga juru pengairan, rumah jaga juru pintu

air, aula P3A, saluran pembuang/drainase, bangunan pertemuan air, bangunan terjunan, talang air, tali air/street inlet, pompa dan pintu air.

Perhitungan Neraca Air Irigasi

Penghitungan neraca air irigasi dilakukan untuk mengecek apakah air yang tersedia cukup memadai untuk memenuhi kebutuhan air irigasi di lokasi yang bersangkutan. Perhitungan didasarkan pada periode mingguan atau tengah bulanan. Neraca air dibedakan adanya tiga unsur pokok:

1. Tersedianya Air

Debit andalan didefinisikan sebagai debit minimum rata-rata mingguan atau tengah-bulanan. Debit minimum rata-rata mingguan atau tengah-bulanan ini didasarkan pada debit mingguan atau tengah bulanan rata-rata untuk kemungkinan tidak terpenuhi 20%. Debit andalan yang dihitung dengan cara ini tidak sepenuhnya dapat dipakai untuk irigasi karena aliran sungai yang dielakkan mungkin bervariasi sekitar nilai rata-rata mingguan atau tengah-bulanan, dengan debit puncak kecil mengalir diatas bendung. Sebagai nilai praktis dapat diandaikan kehilangan 10%. Hasil analisis variasi dalam jangka waktu mingguan atau tengah bulanan dan pengaruhnya terhadap pengambilan yang direncanakan akan memberikan angka yang lebih tepat.

a. Kebutuhan Air Irigasi

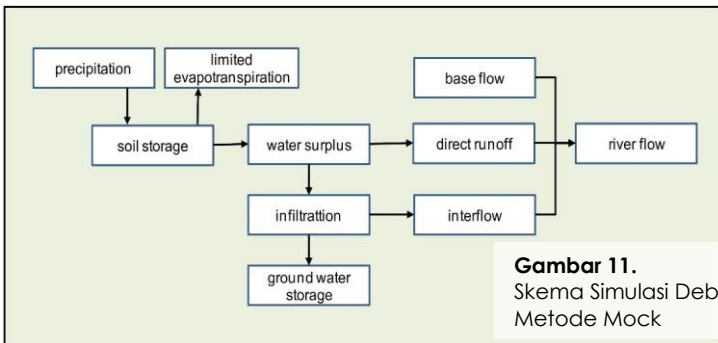
Kebutuhan air di sawah ditentukan oleh faktor-faktor berikut :

- 1) Penyiapan lahan, pada tahap pengolahan tanah memiliki kebutuhan air paling besar untuk tanaman padi;

- 2) Penggunaan konsumtif tanaman boros air, padi lebih boros air dari palawija;
- 3) Nilai infiltrasi, perkolasi dan rembesan pematang, tergantung tekstur tanahnya;
- 4) Pergantian air irigasi; dan
- 5) Curah hujan efektif yang masuk ke dalam sawah.

b. Neraca Air (*Water Balance*)

Menggunakan model neraca air (*water balance*) nilai debit bulanan dapat dihitung dari curah hujan bulanan, evapotranspirasi, kelembaban tanah dan tampungan air tanah. Hubungan antara komponen-komponen tersebut akan bervariasi untuk tiap daerah irigasi. Model neraca air Dr. Mock memberikan metode penghitungan yang relatif sederhana untuk bermacam-macam komponen berdasarkan hasil riset daerah aliran sungai di seluruh Indonesia. Curah hujan rata-rata bulanan di daerah aliran sungai dihitung dari data pengukuran curah hujan dan evapotranspirasi yang sebenarnya di daerah aliran sungai dari data meteorologi (rumus Penman) dan karakteristik vegetasi. Perbedaan antara curah hujan dan evapotranspirasi mengakibatkan limpasan air hujan langsung (*direct runoff*), aliran dasar/air tanah dan limpasan air hujan lebat (*storm runoff*).



Gambar 11.
Skema Simulasi Debit
Metode Mock

Metode Mock memperhitungkan data curah hujan, evapotranspirasi, dan karakteristik hidrologi daerah pengaliran sungai. Hasil dari permodelan ini dapat dipercaya jika ada debit pengamatan sebagai pembanding. Keterbatasan data di daerah studi maka proses pembandingan akan dilakukan terhadap catatan debit di stasiun pengamat muka air.

Data dan asumsi yang diperlukan untuk perhitungan metode Mock adalah sebagai berikut:

1) Data Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan adalah curah hujan 10 harian. Stasiun curah hujan yang dipakai adalah stasiun yang dianggap mewakili kondisi hujan di daerah irigasi tersebut.

2) Evapotranspirasi Terbatas (Et)

Evapotranspirasi terbatas adalah evapotranspirasi aktual dengan mempertimbangkan kondisi vegetasi dan permukaan tanah serta frekuensi curah hujan.

Untuk menghitung evapotranspirasi terbatas diperlukan data:

- a) Curah hujan 10 harian (P);
- b) Jumlah hari hujan (n);
- c) Jumlah permukaan kering 10 harian (d) dihitung dengan asumsi bahwa tanah dalam suatu hari hanya mampu menahan air 12 mm dan selalu menguap sebesar 4 mm; dan
- d) Exposed surface (m %) ditaksir berdasarkan peta tata guna lahan atau dengan asumsi:
m = 0% untuk lahan dengan hutan lebat
m = 0% pada akhir musim hujan dan bertambah 10% setiap bulan kering untuk lahan

sekunder.

m = 10% - 40% untuk lahan yang tererosi.

m = 20% - 50% untuk lahan pertanian yang diolah.

Secara matematis evapotranspirasi terbatas dirumuskan sebagai berikut:

$$E_t = E_p - E$$
$$E = E_p \cdot (m/20) \cdot (18 - n)$$

Keterangan:

E = Beda antara evapotranspirasi potensial dengan evapotranspirasi terbatas (mm)

E_t = Evapotranspirasi terbatas (mm)

E_p = Evapotranspirasi potensial (mm)

m = Singkapan lahan (*Exposed surface*)

n = Jumlah hari hujan

3) Faktor Karakteristik Hidrologi

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan untuk seluruh daerah irigasi, maka karakteristik hidrologi merupakan nilai exposed surface (m %) terkait dengan tutupan lahan oleh vegetasi, kelerengan dan potensi erosi.

4) Luas Daerah Pengaliran

Semakin besar daerah pengaliran dari suatu aliran kemungkinan akan semakin besar pula ketersediaan debitnya. Nilai ini dapat diambil dari luas DAS.

5) Kapasitas Kelembaban Tanah

Kapasitas kelembaban tanah atau *Soil Moisture Capacity* (SMC) adalah kapasitas kandungan air pada lapisan tanah permukaan (*surface soil*) per- m^2 . Besarnya SMC untuk perhitungan ketersediaan air ini diperkirakan berdasarkan kondisi porositas lapisan tanah permukaan dari DPS. Semakin besar porositas tanah akan semakin besar pula SMC yang ada.

Dalam perhitungan ini nilai SMC diambil antara 50 mm sampai dengan 200 mm. Persamaan yang digunakan untuk besarnya kapasitas kelembaban tanah adalah:

$$\begin{aligned} SMC_{(n)} &= SMC_{(n-1)} + IS_{(n)} \\ W_s &= A_s - IS \end{aligned}$$

Keterangan :

- SMC = Kelembaban tanah
- SMC(n) = Kelembaban tanah periode ke n
- SMC(n-1) = Kelembaban tanah periode ke n-1
- IS = Tampung awal atau initial Storage (mm)
- As = Air hujan yang mencapai permukaan tanah

6) Keseimbangan air di permukaan tanah

Keseimbangan air di permukaan tanah dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut:

- Air hujan (As);
- Kandungan air tanah (soil storage);
- Kapasitas kelembaban tanah (SMC).

Air hujan yang mencapai permukaan tanah dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$A_s = P - E_t$$

Keterangan:

A_s = air hujan yang mencapai permukaan tanah

P = curah hujan bulanan

E_t = Evapotranspirasi

7) Kandungan air tanah

Besar kandungan air dalam tanah tergantung dari harga A_s . bila harga A_s negative, maka kapasitas kelembaban tanah akan berkurang dan bila A_s positif maka kelembaban tanah akan bertambah.

8) Aliran permukaan dan Penyimpangan Air Tanah

Nilai aliran permukaan (*run off*) dan penyimpanan air dalam tanah (*ground water*) tergantung dari keseimbangan air dan kondisi tanahnya.

9) Koefisien Infiltrasi

Koefisien nilai infiltrasi diperkirakan berdasarkan kondisi porositas tanah dan kemiringan lahan DPS. Lahan DPS yang poros memiliki koefisien infiltrasi yang besar. Sedangkan lahan yang kurang poros memiliki koefisien infiltrasi yang kecil, karena air akan sulit terinfiltrasi ke dalam tanah. Batasan koefisien infiltrasi adalah 0 – 1.

10) Faktor Resesi Aliran Tanah (k)

Faktor Resesi adalah perbandingan antara aliran air tanah pada bulan ke n dengan aliran air tanah pada awal bulan tersebut. Faktor resesi aliran tanah dipengaruhi oleh sifat geologi DPS. Dalam perhitungan ketersediaan air metode FJ Mock, besarnya nilai k didapat dengan cara coba-coba sehingga dapat dihasilkan aliran seperti yang diharapkan.

11) Initial Storage (IS)

Tampungan awal atau *Initial Storage* (IS) adalah perkiraan besarnya volume air pada awal perhitungan.

12) Penyimpangan air tanah (*Ground Water Storage*)

Penyimpangan air tanah besarnya tergantung dari kondisi geologi setempat dan waktu. Persamaan yang digunakan dalam perhitungan penyimpanan air tanah adalah sebagai berikut:

$$V_n = k \times V_{n-1} + 0,5 (1 + k) I$$
$$V_n = v_n - v_{n-1}$$

Keterangan :

V_n = Volume air tanah periode ke n

K = q_t/q_0 = Faktor resesi aliran tanah

q_t = Aliran air tanah pada waktu periode ke t

q_0 = Aliran air tanah pada awal periode (periode ke 0)

v_{n-1} = Volume air tanah periode ke (n-1)

v_n = Perubahan volume aliran air tanah

13) Aliran Sungai

Air yang mengalir di sungai merupakan jumlah dari aliran langsung (*direct run off*), aliran dalam tanah (*interflow*) dan aliran tanah (*base flow*).

Aliran Dasar = Infiltrasi – Perubahan aliran air dalam tanah

Aliran permukaan = Volume air lebih – infiltrasi

Aliran sungai = Aliran permukaan + aliran dasar

Debit Andalan = (Aliran Sungai x Luas DAS) /1 bulan dalam detik

Besarnya masing-masing aliran tersebut adalah:

1. ***Interflow*** = infiltrasi – volume air tanah
2. ***Direct run off*** = water surplus – infiltrasi
3. ***Base flow*** = aliran yang selalu ada sepanjang tahun
4. ***Run off = interflow + direct run off + base flow.***

Tabel 4. Contoh Perhitungan Metode Mock

No.	Uraian	Sat	Ket	Bulan													
				Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Jul	Agst	Sept	Okt	Nov	Des		
I Data Meteorologi																	
1	Hujan Bulanan (R)	mm/bln	Data*														
2	Hari Hujan (n)	hari	Data*														
II Evaporasi Aktual (Ka)																	
3	Evapotranspirasi Potensial (Etp)	mm/bln	Data*														
4	Permukaan lahan terbuka (m)	%	Asumsi														
5	$Ea/Ea - (m/20) \times (18 - n)$	%	Hitung														
6	$Ea = Etp \times (m/20) \times (18 - n)$	mm/bln	(3) x (5)														
7	$Ea = Etp - Ec$	mm/bln	(3) - (6)														
III Keseimbangan Air																	
8	$Ag = R - Ea$	mm/bln	(1) - (7)														
9	Limpasan Basah (PF = 5%)	mm/bln	PF x R														
10	Kandungan air tanah (SS)	mm/bln	(8) - (9)														
11	Kapasitas Kelembaban Tanah	mm/bln															
12	Kekeliruan air (Wc)	mm/bln															
IV Limpasan dan Penyimpanan Air Tanah																	
13	Faktor i	0.4	Data*														
14	Faktor k	0.6	Data*														
15	Infiltrasi (I)	mm/bln	(12) x (13)														
16	Vol. Air Tanah ($G = 0.5 (1+k) \cdot I$)																
17	$I = k (Vn - 1)$																
18	Volume Penyimpanan (Vn)		(16) x (17)														
19	$(Vn - Vn - 1)$																
20	Aliran Dasar (Bf)	mm/bln	(15) - (19)														
21	Limpasan langsung (Dg)	mm/bln	(9) + (12) - (15)														
22	Total limpasan (Tro)	mm/bln	(20) + (21)														
23	Luas Daerah Tangkapan (A)	km ²	Data*														
24	Debit Bulanan	m ³ /dct	(22) x A														
				Jumlah Hari dalam 1 bulan													

Kewenangan Penyelenggara Irigasi

Penyelenggara irigasi untuk pertanian rakyat adalah kewenangan pemerintah. Swasta dan perorangan atau kelompok masyarakat dapat membuat sistem irigasi untuk memenuhi air irigasi untuk kepentingan usaha pertanian sendiri melalui mekanisme perizinan. Pembagian kewenangan pembangunan dan operasi pemeliharaan daerah irigasi antar pemerintah sebagai berikut:

- 1) Pemerintah Pusat mempunyai wewenang dan tanggungjawab melakukan pembangunan dan operasi pemeliharaan pada bendungan, jaringan irigasi primer dan sekunder pada daerah irigasi (DI) yang luasnya > 3.000 ha, daerah irigasi lintas daerah provinsi, daerah irigasi lintas negara, dan daerah irigasi strategis nasional.
- 2) Pemerintah Provinsi mempunyai wewenang dan tanggungjawab melakukan pembangunan dan operasi pemeliharaan pada bendungan, jaringan irigasi primer dan sekunder pada daerah irigasi yang luasnya $1.000 - 3.000$ ha, dan pada daerah irigasi lintas daerah kabupaten/kota.
- 3) Pemerintah Kabupaten mempunyai wewenang dan tanggungjawab melakukan pembangunan dan operasi pemeliharaan pada bendungan, jaringan irigasi primer dan sekunder pada daerah irigasi yang luasnya < 1.000 ha.
- 4) Pemerintah Desa, mempunyai wewenang dan tanggungjawab melakukan pembangunan dan operasi pemeliharaan pada irigasi desa. Irigasi desa merupakan irigasi skala kecil, umumnya memiliki luas daerah irigasi < 100 ha yang dibangun oleh pemerintah desa dari dana APBDes atau sumber lainnya.

Operasi dan pemeliharaan (OP) Bangunan Irigasi

1. Operasi Irigasi

Operasi irigasi terdiri dari operasi pada bangunan bendungan dan operasi pada jaringan irigasi. Masing-masing memiliki operator yang berbeda, yaitu juru pintu bendung dan juru pintu air irigasi. Kesemuanya bernauang di bawah manajer daerah irigasi (DI) yang disebut pengamat pengairan.

Operasi irigasi adalah rangkaian kegiatan pengaturan air irigasi pada bendungan dan jaringan irigasi. Pengaturan berupa pengisian sumber air, distribusi air maupun pembuangan kelebihan air irigasi agar pelayanan air dapat berjalan sesuai harapan.

Sebagai contoh sebuah Daerah Irigasi memiliki debit 5.000 liter per detik, akan mampu melayani areal irigasi seluas 15.000 hektar. Pola operasi irigasinya terbagi atas 3 (tiga) zona, yaitu zona hulu, tengah dan hilir. Jumlah distribusi air irigasi dihitung 1 liler/hektar/hari, sehingga setiap hari mampu melayani seluas 5.000 hektar. Dalam jadwal 1 bulan setiap zona memperoleh jatah 10 hari air irigasi dalam 2 periode.

Tabel 5. Contoh Jadwal Operasi Irigasi pada Daerah Irigasi BS

No	Zona	Tanggal Gilir Air						Ket.
		1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	
1	Hulu (BS 1-5) = 5.000 Ha	5.000 liter	-	-	5.000 liter	-	-	
2	Tengah (BS 6-10) = 5.000 ha	-	5.000 liter	-	-	5.000 liter	-	
3	Hilir (BS 11-15) = 5.000 Ha	-	-	5.000 liter	-	-	5.000 liter	

Faktor-faktor yang menentukan besaran kebutuhan air irigasi pada operasi irigasi dalam penyusunan jadwal pembagian air pada suatu daerah irigasi adalah sebagai berikut:

- a. Jenis tanaman, yang akan ditanam oleh petani pada setiap petak bagi air irigasi. Pada musim hujan 1 (MH-1), musim hujan 2 (MH-2) dan musim kemarau (MK). Penyusunan rencana tanaman selama satu tahun, akan menentukan pola dan distribusi air irigasi pada suatu daerah irigasi. Koefisien kebutuhan masing-masing tanaman dikalikan luas rencana pertanaman per zona akan menentukan kebutuhan air irigasi setiap petak tersier pada suatu periode waktu.
- b. Frekuensi pemberian air irigasi, umumnya tanaman padi membutuhkan penggenangan, berbeda dengan tanaman palawija tanpa penggenangan. Palawija yang membutuhkan air lebih sedikit, sehingga pengairan dapat dilakukan sesekali pada periode tertentu untuk menjaga kelembaban tanah tidak mencapai titik layu permanen.

- c. Jenis tanah masing-masing petak irigasi tersier, khususnya tekstur tanah harus dipertimbangkan dalam operasi pemberian air irigasi. Tekstur tanah akan menentukan total pori tanah yang identic dengan sejumlah kebutuhan air irigasi agar tanah dapat jenuh dan tergenang optimal. Tinggi genangan di sesuaikan dengan fase pertumbuhan tanaman padi. Ketinggian genangan air pada tanaman padi naik terus sejak tanam, mulai posisi macak-macak sampai genangan maksimum 10 cm pada fase generatif. Kemudian turun menjadi 5 cm pada saat pembungaan dan saat fase penguningan bulir padi tanah mulai dikeringkan.
- d. Metode pengolahan tanah, akan menentukan jumlah air irigasi yang dibutuhkan. Pada pengolahan tanah minimum (minimum tillage) kebutuhan air irigasi lebih sedikit. Pengolahan tanah minimum dilakukan dengan mengolah tanah seperlunya saja pada sekitar perakaran tanaman saja, disesuaikan dengan luas perakaran dan kondisi porositas tanah. Pengolahan minimum bertujuan agar biaya pengolahan tanah lebih efisien, mencegah pemadatan tanah dan tanah sakit (sick soil) serta menjaga struktur tanah tetap baik. Berbeda dengan pengolahan tanah maksimum melalui pelumpuran, kebutuhan air irigasi melebihi total pori tanah, sehingga ikatan antara fraksi tanah lepas oleh air irigasi membentuk lumpur.
- e. Suhu udara, memengaruhi kebutuhan operasi air irigasi. Pada daerah dengan suhu tinggi, maka kebutuhan air irigasi untuk tanah lebih besar. Total kebutuhan air irigasi telah ditambahkan dengan kebutuhan penguapan air akibat suhu. Air irigasi sebagian menguap dari

permukaan tanah (evaporasi) dan menguap pada proses transpirasi tanaman. Daerah irigasi menyebar dari hulu ke hilir dengan perbedaan suhu akan menentukan perbedaan kebutuhan irigasi pada setiap petak tersier.

- f. Curah hujan, kejadian hujan menjadi koreksi dalam pelaksanaan jadwal operasi air irigasi yang telah dibuat. Prakiraan data ini dapat dilihat pada peta isohyet ditumpang tindih dengan peta daerah irigasi. Hal ini penting agar distribusi air pada daerah dengan curah hujan tinggi dapat diatur lebih rendah dengan daerah irigasi dengan curah hujan sedang sampai rendah. Faktor curah hujan adalah faktor koreksi untuk pengurangan debit pada setiap operasi pembagian air irigasi. Daerah dengan curah hujan tinggi > 3.000 mm/tahun, curah hujan sedang 2.000 mm/tahun dan daerah curah hujan rendah < 1.000 mm/tahun, tentu memiliki kebutuhan air irigasi yang berbeda.

2. Pemeliharaan Irigasi

Pemeliharaan irigasi adalah berbagai upaya untuk menjaga dan mengamankan bentuk dan fungsi bangunan bendungan dan jaringan irigasi agar selalu dapat berfungsi secara optimal untuk terlaksananya operasi irigasi dan mempertahankan kelestariannya fungsi bangunan. Beberapa upaya pemeliharaan irigasi dapat berupa kegiatan rutin dan kegiatan berkala tergantung kondisi suatu daerah irigasi.

Tahapan pemeliharaan daerah irigasi dimulai dengan inventarisasi sistem irigasi oleh tim perencana. Selanjutnya dibuat perencanaan pemeliharaan irigasi, pelaksanaan dan monitoring serta evaluasi pemeliharaan. Beberapa bentuk kegiatan pemeliharaan irigasi adalah:

- a. Pembersihan rumput, rumput dan akar tumbuhan akan mengurangi volume air irigasi dan kecepatan aliran air irigasi, sehingga secara rutin dilakukan pembersihan, khususnya pada musim hujan.
- b. Pembersihan sedimen, volume sedimen dan eceng gondok pada bendungan dan saluran irigasi akan menentukan biaya pemeliharaan sedimen. Pembersihan sedimen pada saluran irigasi dapat dilakukan sekali setahun pada saat puncak musim kemarau. Khusus untuk sedimen bendung dilakukan secara berkala 5 atau 10 tahunan, tergantung kondisi volume sedimen karena harus melalui pengeringan bendung.
- c. Pemeliharaan pintu air, pintu air membutuhkan oli pelumas agar mudah dibuka dan pengecatan agar terhindar dari korosi.
- d. Perbaikan bangunan gedung, bangunan rumah jaga harus dilakukan setiap 5 atau 10 tahun, tergantung kondisi bangunan. Posisi Gedung yang dekat dengan sumber air menyebabkan bangunan menjadi lembab dan cepat mengalami pelapukan bagian gedung.
- e. Perbaikan bangunan bendungan, selain pemeliharaan rutin dan berkala, pemeliharaan bendungan dilakukan secara darurat pada kasus kebocoran bangunan bendung, sehingga tidak menyebabkan jebolnya tanggul atau berkurangnya tampungan air secara berlebihan.
- f. Perbaikan saluran, kerusakan saluran irigasi akibat aktifitas penduduk sekitar, aktifitas minum ternak dan akibat derasnya debit. Pasangan batu atau beton pada saluran irigasi membutuhkan perbaikan, melalui kegiatan-

an inventarisasi secara rutin dilakukan pada seluruh sistem jaringan irigasi melalui jalan inspeksi.

- g. Perbaiki jalan inspeksi bendung dan saluran, jalan inspeksi tidak hanya digunakan oleh petugas pengairan untuk melakukan inspeksi kondisi air dan jaringan irigasi. Kerusakan jalan inspeksi umumnya disebabkan oleh penggunaan untuk kepentingan lain oleh masyarakat sekitar. Kendaraan milik masyarakat melebihi tonase, misalnya truk untuk mengangkut hasil pertanian dan hasil tambang bahan galian pasir, menjadi penyebab kerusakan jalan inspeksi saluran.

Masalah Irigasi

Berbagai masalah dialami oleh setiap daerah irigasi. Masing-masing memiliki kondisi lingkungan yang berbeda, sehingga suatu daerah irigasi tidak dapat berfungsi optimal sesuai perencanaan. Beberapa masalah utama irigasi adalah:

- 1) Pendangkalan bendung/waduk beserta jaringan irigasinya, umumnya terjadi akibat erosi yang tinggi pada daerah hulu. Tingkat bahaya erosi (TBE) > 10 ton/ha/tahun, menyebabkan jumlah tanah yang hilang maksimum pada pada suatu daerah tangkapan air bendung, menyebabkan sedimentasi yang masip pada daerah genangan bendung. Pendangkalan bendung menyebabkan volume tampungan bendung berkurang dan tidak mampu melayani kebutuhan seluruh area layanan irigasinya. Sedimentasi yang tinggi pada bendung diikuti oleh sedimentasi yang juga tinggi pada saluran irigasi. Bila sedimentasi sangat

masif dapat menyebabkan biaya pemeliharaan sedimen melebihi biaya pembangunan baru sebuah sistem irigasi.



Gambar 12.
Sedimentasi di Bendung Keru dan Saluran Irigasi Jurang Safe

- 2) Kerusakan saluran irigasi akibat kurangnya kegiatan pemeliharaan, berakibat berkurangnya volume air irigasi yang dapat didistribusikan. Daerah hilir menjadi kekeringan dan mengakibatkan gagal tanam bahkan gagal panen. Kerugian petani tanpa asuransi pertanian menyebabkan petani terlilit hutang dan menjadi miskin, lalu menggandaikan lahannya untuk merantau sebagai pekerja migran di luar negeri.
- 3) Kehilangan debit rencana, daerah irigasi mengalami defisit debit. Kasus pertama sebuah bendung tidak dapat terisi optimal baik akibat curah hujan yang rendah pada daerah tangkapan air bendung, maupun akibat pengambilan air pada daerah hulu oleh

sektor yang lain. Kasus kedua sebuah bendung tidak memiliki kestabilan debit sepanjang tahun, pada musim hujan mengalami debit surplus yang melimpah dan limpasan tinggi, sedangkan pada musim kemarau mengalami defisit air inlet mencapai titik 0, sehingga menyebabkan bendungan kering total pada musim kemarau. Kondisi ini menyebabkan indeks pertanaman < 100 , artinya pada musim hujan 1 (MH-1) tidak dapat berfungsi 100%, pada musim hujan 2 (MH-2) hanya sebagian saja yang dapat melakukan aktifitas tanam dan pada musim kemarau (MK), hampir 100% lahan bero.

- 4) Kerusakan daerah resapan air bendung akibat *illegal logging* dan *illegal mining*, menyebabkan erosi tanah sangat tinggi, berakibat volume tampungan bendung kurang optimal;
- 5) Dampak perubahan iklim El-nino menyebabkan banjir pada suatu musim hujan dan dampak La-nina berupa kekeringan yang panjang pada suatu musim kemarau menyebabkan sistem irigasi mengalami ke-gagalan rencana;
- 6) Buruknya manajemen distribusi air irigasi, bila operator irigasi yaitu pengamat pengairan dan juru pintu air melakukan pembagian air tidak sesuai rencana dan oknum tertentu melakukan jual beli air irigasi misalnya untuk tanaman tembakau;





Gambar 13.
Bendungan Pandan Duri
Mengering/Fathul Rakhman

- 7) Kegiatan pemeliharaan yang kurang optimal, baik akibat kurang tersedianya anggaran, maupun karena pelaksanaan pemeliharaan irigasi yang kurang pengawasan, sehingga kualitas pemeliharaan irigasi kurang optimal. Pemberdayaan P3A dalam pemeliharaan irigasi, akan meningkatkan rasa memiliki dan mendorong semangat gotong royong petani;
- 8) Jebolnya tanggul bendungan atau tanggul saluran akibat bencana alam. Kejadian luar biasa ini pada beberapa kasus disebabkan oleh banjir bandang secara tiba-tiba, yang menyebabkan bangunan irigasi tidak dapat menahan volume air yang besar yang datang secara tiba-tiba. Dampak jebolnya tanggul adalah terendamnya areal pertanian dan permukiman penduduk dibawahnya. Kerugian banjir tipe ini dapat lebih besar, karena penduduk tidak memiliki cukup waktu untuk melakukan evakuasi diri dan evakuasi harta benda.**

[4]

PERUBAHAN IKLIM

Perubahan Iklim

Cuaca adalah keadaan atmosfer atau udara di suatu tempat pada waktu lebih pendek, umumnya harian. Cuaca berkaitan dengan parameter suhu udara, sinar matahari, angin, hujan dan kondisi udara lainnya. Ilmu yang mempelajari cuaca disebut meteorologi. Cuaca merupakan kondisi atmosfer waktu pendek berbeda dengan iklim yang merupakan kondisi atmosfer rata-rata pada waktu yang panjang.

Iklim adalah keadaan atmosfer atau udara seperti suhu udara, sinar matahari, angin, hujan dan kondisi udara lainnya pada daerah yang sangat luas dan kurun waktu panjang. Data acuan iklim adalah data rata-rata antara 10 – 30 tahun.

Perubahan iklim merupakan pergeseran kebiasaan data normal iklim seperti suhu udara, sinar matahari, angin, hujan dan kondisi udara lainnya. Rata-rata data iklim suatu tempat berubah, baik bergeser rata-rata angkanya menjadi semakin tinggi, semakin rendah atau bahkan bergeser periode waktu kejadiannya. Fenomena perubahan iklim berupa perubahan suhu, curah hujan, pola angin, suhu udara, kelembaban udara, lama penyinaran matahari, kecepatan atau arah angin tidak seperti biasanya. Sedangkan pemanasan glo-

bal atau global warming adalah salah satu gejala dari perubahan iklim. Pada pemanasan global parameter iklim yang berubah adalah data rata-rata suhu udara atau atmosfer, bumi, dan lautan lebih tinggi dari rata-rata suhu normal pada data iklim.

Gejala perubahan iklim lainnya adalah perubahan data curah hujan. Perubahan data curah hujan lebih rendah dari rata-rata data iklim disebut El-nino, berdampak kemarau menjadi sangat kering dan lebih panjang. Sedangkan ketika La-nina, musim penghujan tiba lebih awal dari biasanya dan atau lebih lama periode musim hujannya, dengan curah hujan dan atau intensitas hujan rata-rata tahunan lebih tinggi dari rata-rata data iklim.

Penyebab perubahan iklim terjadi akibat perubahan pada semua atau sebagian aspek komponen hidrologi. Perubahan itu umumnya dipicu oleh berbagai aktifitas manusia, di antaranya efek gas rumah kaca dan perusakan lapisan ozon. Aktifitas pembangunan bumi oleh manusia memengaruhi kondisi komponen hidrologi dan besaran indeks kuantitas dan kualitas masing-masing tahapan pada siklus hidrologi.

Contoh penebangan hutan menyebabkan cadangan karbon pada biomasa kayu atau pohon terlepas ke udara. Fungsi pohon menghasilkan oksigen untuk udara bersih berkurang. Karbondioksida dari proses pembakaran fosil pada industri dan mesin kurang terserap oleh pohon akibat berkurangnya hutan. Kelebihan karbondioksida di udara membuat suhu bumi meningkat, menyebabkan pemanasan global.

Gangguan pada satu komponen hidrologi saja, menyebabkan efek berantai pada beberapa komponen hidrologi rantai berikutnya. Perubahan tersebut menyangkut perubahan ku-

antitas dan kualitas siklus hidrologi yang kemudian secara nyata terlihat pada perubahan satu atau lebih parameter data iklim.

Perubahan iklim, juga bisa terjadi akibat perubahan alamiah pada komponen-komponen di bumi. Interaksi antara komponen internal iklim (suhu, curah hujan, angin, kelembapan udara, sinar matahari) dan komponen eksternal iklim, seperti erupsi vulkanik, gempa, tsunami dan proses alamiah lainnya. Perubahan iklim secara alamiah ini, kemudian diperparah oleh berbagai aktifitas manusia, misalnya pembakaran bahan bakar fosil menjadi berbagai energi.

Perubahan iklim, dapat pula berupa perubahan waktu kejadian. Majunya musim hujan dengan intensitas curah hujan yang lebih tinggi menyebabkan perubahan waktu tanam, bertambahnya luas tanam dan panen serta berpotensi banjir. Perubahan waktu pada parameter iklim tersebut juga menyebabkan munculnya hama dan wabah penyakit pada tanaman yang sebelumnya tidak ada, akibat kondisi atmosfer yang mendukung berkembangnya suatu hama atau penyakit tanaman tertentu.

Perubahan iklim, berupa penambahan waktu hari atau bulan kemarau yang lebih panjang menyebabkan defisit air pada berbagai sumber air. Dampak berikutnya adalah kebakaran hutan akibat kadar air pada tanaman yang rendah, sehingga daun dan ranting mudah terbakar. Pemicu percikan api alamiah pada kebakaran hutan adalah batubara pada bawah lapisan tanah. Batubara mudah terbakar (*Self Combustion*), akibat proses oksidasi pada komponen utama senyawa karbon pada batubara, sedikit hidrogen, belerang serta oksigen dalam mineral sekundernya.

Perubahan iklim, berupa suhu panas yang ekstrim atau suhu tinggi permukaan bumi atau suhu sangat rendah (cuaca dingin), mengakibatkan daya imun tubuh manusia menurun dan mudah terserang penyakit. Suhu tinggi dapat menyebabkan tubuh dehidrasi. Pada suhu sangat dingin, manusia membutuhkan energi yang lebih tinggi untuk mempertahankan kehangatan suhu tubuh.

Selain berbagai dampak negatif, perubahan iklim juga memiliki dampak positif. Misalnya pada perubahan suhu bumi menjadi lebih panas atau pemanasan global, menyebabkan lahan yang tertutup es mencair. Lahan tersebut sebagai hamparan tanah baru yang dapat berfungsi sebagai tambahan areal pertanian atau berupa hamparan badan air yang berfungsi sebagai habitat ikan alamiah dan lokasi baru budidaya perikanan.

Secara keseluruhan dampak negatif perubahan iklim lebih besar dari manfaatnya. Untuk itu diperlukan upaya pencegahan atau mitigasi perubahan iklim agar besaran perubahan parameter Iklim tidak terlalu besar. Upaya mitigasi perubahan iklim berupa program; 1) menurunkan produksi emisi gas rumah kaca (GRK) agar lebih rendah dari tahun ke tahun; 2) upaya penguatan penyerapan gas rumah kaca dan penyimpanan cadangan carbon pada vegetasi; 3) pengurangan kerusakan ozon dengan pengurangan penggunaan bahan-bahan perusak ozon.

Selain upaya mitigasi perubahan iklim, perlu juga dilakukan upaya adaptasi dan mobilisasi. Upaya adaptasi adalah usaha manusia untuk melakukan penyesuaian kegiatan terhadap perubahan iklim yang terjadi, misalnya menampung air hujan dari atap rumah untuk mencukupi kelangkaan air.

Sedangkan aspek mobilisasi perubahan iklim dilakukan agar semua pihak dan sumberdaya yang ada berperan aktif dalam partisipasi upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim.

Gas Rumah Kaca (GRK)

Gas Rumah Kaca (GRK) adalah gas-gas di udara atau atmosfer yang menyebabkan pemanasan global dan perubahan iklim. Beberapa jenis gas rumah kaca itu adalah karbon dioksida (CO₂), belerang dioksida (SO₂), nitrogen monoksida (NO), nitrogen dioksida (NO₂), gas metana (CH₄), dan kloro-fluorokarbon (CFC). Gas karbon dioksida sebagai pencemar utama gas rumah kaca, yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil, batu bara, dan bahan bakar organik lain.

Secara nasional, penyumbang gas rumah kaca terbesar adalah sektor kehutanan yang diikuti oleh sektor transportasi, sektor industri, sektor komersial dan sektor rumah tangga. Berbagai sektor yang menghasilkan gas rumah kaca dikendalikan agar produksi gas rumah kacanya dapat terus berkurang.

Sumber emisi global berdasarkan sektor sebagai berikut: Industri 29%; Perumahan 11%; Perkantoran 7%; Transportasi 15%; Pertanian 7%; Penyediaan energi 13%; Penggunaan Lahan serta Perubahan Lahan Hutan (LULUCF) sebesar 15%; dan Limbah 3 %.

1. Sektor Lingkungan Hidup

Pengelolaan sampah limbah padat dan limbah cair adalah upaya pengurangan gas rumah kaca dari sektor lingkungan hidup. Upaya tersebut melalui pengurangan penggunaan produk yang mengandung sampah (*re-duce*), penggunaan kembali sampah (*re-use*), dan mendaur ulang sampah (*re-*

cycle) atau dikenal sebagai singkatan upaya 3R. Upaya ini dilakukan agar gas metana (CH_4) dari tumpukan sampah dapat dikurangi. Sedangkan bila sampah dibakar akan menimbulkan masalah baru, yaitu produksi gas rumah kaca pada saat pembakaran sampah berupa gas CO_2 , N_2O , NO_x , NH_3 , dan karbon organik.

Limbah cair menghasilkan gas metana (CH_4). Teknologi biogas memanfaatkan secara efektif gas metana dari penguraian kotoran hewan dan kotoran manusia sebagai sumber energi untuk memasak. Pengurangan produksi sampah dan limbah cair dan pemanfaatan gas rumah kaca yang dihasilkan dari sampah dan limbah cair dengan memerangkap gas rumah kaca sebagai energi alternatif sekaligus adalah upaya pengurangan produksi gas rumah kaca.

2. Sektor Listrik dan Energi

Penggunaan bahan bakar fosil dan batubara adalah sumber penghasil gas rumah kaca utama yaitu sebagai sumber energi 45,7% dan sumber listrik 35%. Pembakaran bahan bakar fosil menghasilkan gas rumah kaca yaitu karbon dioksida (CO_2), nitrogen oksida (NO_2), metana (CH_4), karbon monoksida (CO) dan sulfur dioksida (SO_2). Pembakaran bahan bakar fosil juga menghasilkan gas metana, gas metana dapat memerangkap panas 86 kali lebih kuat daripada karbon dioksida. Sedangkan pembakaran batubara menghasilkan gas CO_2 dan polutan radioaktif yang dapat meningkatkan paparan radioaktivitas alam. Radionuklida alam yang terkandung dalam batubara berupa kalium, uranium, thorium, dan produk-produk peluruhannya. Atas dasar ini kemudian pemerintah membuat kebijakan pembatasan dan pengurangan pembangunan baru pembangkit listrik tenaga uap (PLTU), yang

sumber uap airnya dihasilkan dari pemanasan air oleh pembakaran batubara.

Alternatif energi yang ramah lingkungan perlu dikembangkan adalah energi baru terbarukan (EBT) dan upaya konservasi energi. Energi baru terbarukan (*renewable energy*) adalah sumber energi yang berasal dari alam dan mampu memproduksi tingkat energi yang tinggi tanpa menimbulkan pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup yang besar. Beberapa energi baru terbarukan yaitu energi sinar matahari, angin, air, panas bumi, bioenergi, dan gelombang serta pasang surut air laut.

3. Sektor Transportasi

Setiap alat angkutan udara, laut dan darat menggunakan bahan bakar fosil. Mesin-mesin alat transportasi menghasilkan emisi gas buang atau gas sisa pembakaran dari ruang bakar pada mesin berupa gas karbon dioksida (CO₂). Semakin banyak jumlah alat transportasi, semakin tinggi frekuensi operasinya, semakin banyak konsumsi bahan bakar fosil dan semakin tua mesin yang digunakan, maka gas rumah kaca yang dihasilkan akan semakin besar.

Pengurangan gas rumah kaca perlu dilakukan melalui perawatan mesin tua kendaraan agar pembakaran dapat lebih efisien sehingga gas buangnya semakin kecil. Untuk mengetahui jumlah emisi mesin kendaraan yang menghasilkan gas rumah kaca melebihi ketentuan, maka setiap alat transportasi udara, laut dan darat perlu dilakukan uji emisi dari gas buang mesinnya secara berkala.

Dampak pencemaran udara dari asap kendaraan, bukan hanya menyebabkan gas rumah kaca dan pemanasan global. Asap kendaraan juga mencemari udara dan bisa memicu ter-

jadinya gangguan pernapasan, seperti asma, ISPA, dan kanker paru-paru.

Upaya penghapusan bahan bakar fosil adalah upaya penghematan uang negara pada sektor energi. Pengalokasian subsidi negara pada bahan bakar minyak secara tepat untuk penduduk miskin perlu dilakukan evaluasi. Penghapusan peredaran bahan bakar minyak (BBM), jenis premium oktan atau *Research Octane Number* (RON) 88 pembatasan BBM jenis pertalite RON 90 adalah upaya untuk menaikkan konsumsi pertamax RON 92, Pertamax Plus RON 95 dan Pertamax Turbo RON 98, agar pembakaran bahan bakar fosil dapat lebih efisien dan memiliki kemurnian yang lebih tinggi.

Upaya pebatasan BBM jenis solar dengan nilai oktan bahan bakar jenis solar subsidi disebut dengan *Cetane Number* (CN) hanya 48 dan menaikkan konsumsi Dexlite memiliki oktan sebesar CN 51 dan Pertamina Dex memiliki nilai oktan CN 53. Upaya ini agar angkutan barang dan angkutan penumpang darat dan laut yang menggunakan solar dapat beralih ke BBM non subsidi dengan nilai CN yang lebih tinggi agar gas rumah kaca yang dihasilkan dapat lebih kecil.

Jangka Panjang perlu dikembangkan sistem transportasi yang efisien dan efektif. Alat transportasi harus memperhitungkan rasio kebutuhan bahan bakar, jumlah barang dan penumpang yang diangkut. Keberadaan mobil pribadi yang mengangkut 1-2 orang menyebabkan inefisiensi dan mendorong semakin besarnya gas rumah kaca.

Pengembangan angkutan public ramah lingkungan penting dilakukan. Pada jangka panjang semua moda transportasi sudah tidak lagi menggunakan bahan bakar fosil dan beralih ke kendaraan listrik, dengan catatan sumber energi lis-

triknya bukan berasal dari bahan bakar fosil tetapi menggunakan energi baru terbarukan.

4. Sektor Industri

Program implementasi konservasi energi dan pengurangan emisi CO₂ di sektor Industri telah mulai dikembangkan. Konservasi energi dan pengurangan emisi CO₂ di sektor industri dalam rangka pengurangan Gas Rumah Kaca. Pembangunan industri mengedepankan konsep pembangunan yang berkelanjutan atau *sustainable development* melalui pengurangan cerobong dengan asap hitam pekat dengan teknologi pengelolaan emisi menuju langit biru tanpa polutan di udara.

Sistem penggunaan energi pada setiap industri harus dievaluasi pada setiap unit produksi agar lebih hemat, rasional dan bijaksana. Kebutuhan energi pada masa sekarang dan masa datang dapat terpenuhi secara berkelanjutan.

Efisiensi penggunaan energi merupakan salah satu langkah penting yang harus dilakukan untuk mengatasi masalah perubahan iklim pada sektor industri. Sektor industri sendiri terdapat 3 sumber emisi gas rumah kaca, yaitu; 1) penggunaan energi untuk mesin, melalui emisi cerobong sebagai penyumbang utama gas rumah kaca sektor industri, dan sisanya berasal dari; 2) teknologi proses; dan 3) limbah industri yang dihasilkan, baik limbah padat maupun limbah cair.

Sesuai dengan PP No. 70 Tahun 2009 tentang Konservasi Energi, mengharuskan setiap pengguna sumber energi dan penggunaan energi yang menggunakan energi lebih besar atau sama dengan 6.000 setara ton minyak (TOE) per-tahun, wajib melakukan konservasi energi melalui manajemen energi dengan menunjuk manager energi. Manajer energi harus mampu menyusun program konservasi energi; melaksanakan

audit energi secara berkala; melaksanakan rekomendasi hasil audit energi serta melaporkan pelaksanaan konservasi kepada pejabat berwenang agar konsumsi energi dapat lebih hemat dalam rangka penurunan gas rumah kaca.

Beberapa industri yang tergolong lahap energi mengonsumsi energi > 6.000 TOE dan menyerap 80% dari total energi sektor industri antara lain industri semen, industri baja, industri pulpen & kertas, industri tekstil, industri keramik, industri pupuk, industri petrokimia, industri makanan dan minuman tertentu. Industri ini harus segera melakukan peningkatan efisiensi penggunaan energi agar mampu menekan produksi gas rumah kaca dari cerobongnya.

5. Pertanian dan kebakaran hutan.

Sektor Pertanian memiliki kontribusi penghasil emisi gas rumah kaca sebesar 13% terhadap total emisi gas rumah kaca di Indonesia. Meskipun demikian sektor pertanian merupakan sektor yang paling rentan dan sensitif terhadap perubahan iklim. Sektor pertanian adalah penyebab emisi gas rumah kaca dari beberapa kegiatan pertanian sekaligus adalah sektor penerima dampak emisi gas rumah kaca yaitu dari pemanasan global atau kenaikan suhu bumi yang memengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman budidaya pertanian.

Pembakaran residu pertanian seperti jerami padi sawah pada sub sektor pertanian tanaman pangan ikut menyumbang gas rumah kaca. Sub sektor peternakan menghasilkan limbah berupa kotoran ternak sebagai sumber gas rumah kaca, kotoran ternak ini merupakan penyumbang besar gas metana. Walaupun kemudian kotoran hewan berperan positif sebagai bahan baku pupuk kompos dalam pertanian organik.

Proses pembuatan kotoran ternak menjadi pupuk kandang (kompos) juga akan menghasilkan emisi gas rumah kaca.

Penggunaan pupuk kimia dalam pertanian mengandung senyawa nitrogen oksida (NO) yang merupakan salah satu gas rumah kaca. Akibat gas ini terurai saat pupuk diaplikasikan ke tanah lalu terperangkap di atmosfer dan berkontribusi pada pemanasan global.

Sektor pertanian sebagai menyumbang emisi gas rumah kaca adalah pertanian antropogenik yang berciri modern. Sektor pertanian menyumbang pemanasan global sebesar 20% dan sebesar 90% berasal dari pertanian daerah tropis seperti di Indonesia.

Sektor kehutanan juga berperan dalam menghasilkan gas rumah kaca sekaligus juga sektor ini juga mampu menyerap dan mengurangi gas rumah kaca. Pohon di hutan bisa mengurangi kadar karbon dioksida (CO₂) di udara, menambah kadar oksigen dan dapat mengatur iklim mikro bumi. Pada kondisi lain, kebakaran hutan juga menyebabkan terlepasnya cadangan karbon pada daun, ranting dan batang kayu pohon hutan, menyebabkan meningkatnya kadar gas rumah kaca. Berdasarkan indeks standar pencemaran udara (ISPU), ada lima kandungan berbahaya dalam asap kebakaran hutan, yakni Karbon Monoksida (CO), Sulfur Dioksida (SO₂), Nitrogen Dioksida (NO₂), dan Ozon Permukaan (O₃).

Kerusakan Ozon

Ozon adalah molekul gas yang tersusun dari tiga atom oksigen yang secara alami terdapat di atmosfer bumi dan menyerap radiasi sinar ultraviolet. Ozon menyebabkan sinar matahari yang tiba di permukaan bumi tidak terlalu panas.

Unsur-unsur kimia yang terdapat dalam lapisan ozon ini memiliki kandungan O₃ dalam jumlah banyak dan tebal, lapisan ini diberi nama sebagai lapisan ozon pada atmosfer. Atom oksigen ini mempunyai warna biru dan juga berbau kuat sehingga perlindungan lapisan ozon identic dengan program langit biru.

Sebanyak 90% konsentrasi Ozon terdapat di lapisan stratosfer pada ketinggian 35-45 km di atas permukaan bumi membentuk lapisan ozon. Sisa 10% terdapat di lapisan troposfer (permukaan bumi). Konsentrasi ozon paling besar antara ketinggian 20–40 km, dengan konsentrasi di udara sekitar 2-8 bagian perjuta. Jika semua ozon dikompresi ke tekanan udara di permukaan laut, lapisan ozon memiliki ketebalan hanya 3 milimeter (1/8 inci).

Sifat gas ozon merupakan jenis gas beracun, sehingga bila berada dekat permukaan tanah akan berbahaya bila terhisap pada saat manusia bernapas dan dapat merusak paru-paru. Sebaliknya, lapisan ozon di stratosfer-atmosfer melindungi kehidupan di bumi dari radiasi sinar ultraviolet. Radiasi ultraviolet mempunyai panjang gelombang yang lebih pendek dari cahaya.

Kerusakan lapisan ozon ini disebabkan oleh bahan perusak ozon (BPO), yaitu beberapa jenis senyawa kimia yang terdiri dari unsur karbon, hidrogen, klorin dan/atau bromin. Senyawa ini sangat stabil dan tidak mudah terurai pada lapisan atmosfer bawah (troposfer) naik hingga stratosfer. Mekanisme bahan perusak ozon bereaksi dengan molekul ozon menyebabkan lapisan ozon menipis.

Salah satu bahan perusak ozon adalah gas *Clouro Fluoro Carbon* atau CFC. Gas CFC yang berasal dari parfum, AC,

lemari es atau aerosol apabila bereaksi dengan ozon maka akan terbentuk lubang-lubang pada lapisan ozon stratosfer. Pada lubang ozon tersebut sinar ultraviolet dari matahari langsung masuk menyinari bumi dengan radiasi yang tinggi yang akan mengganggu pertumbuhan tanaman dan berbagai penyakit kulit dan mata pada manusia dan hewan (Siburian, S., 2020).



Gambar 14.
Beberapa Sumber Bahan
Perusak Ozon (BPO)

Selain alat dan bahan-bahan rumah tangga yang mengandung bahan perusak ozon, kerusakan ozon juga akibat dari penggunaan pestisida pertanian yang berlebihan. Penggunaan bahan perusak ozon menjadi pemicu utama menipisnya lapisan ozon. Penggundulan hutan (deforestasi) dan gas buang kendaraan bermotor dan asap cerobong pabrik juga ikut merusak lapisan ozon. Penggunaan senyawa-senyawa kimia perusak lapisan ozon banyak digunakan di rumah tangga dan industri. Semakin banyak penggunaan bahan kimia perusak ozon maka akan semakin memperparah kerusakan lapisan ozon.

Berkurangnya ozon pada atmosfer mengakibatkan lapisan ozon berlubang atau ketebalannya menipis < 3 mm. Radiasi sinar matahari menyebabkan pemanasan global yang memicu pencairan es di kutub utara dan selatan bumi. Mencair es kutub dalam jumlah besar mengakibatkan peningkatan tinggi permukaan air laut. Berdampak pada tenggelamnya beberapa pulau kecil dan terganggunya keseimbangan siklus hidrologi.

Penipisan lapisan ozon mengakibatkan berbagai gangguan Kesehatan manusia. Meningkatkan radiasi ultraviolet sinar matahari ke permukaan bumi dapat menimbulkan penyakit seperti kanker kulit, katarak mata, dan mengurangi daya tahan tubuh terhadap penyakit infeksi. Selain itu kerusakan lapisan ozon juga dapat menghambat pertumbuhan tanaman, hingga memusnahkan spesies yang rentan terhadap suhu panas di bumi.

Protokol Montreal, sebuah perjanjian internasional pada tahun 1987, telah mengatur pengawasan produksi, konsumsi, dan perdagangan bahan-bahan perusak lapisan ozon. Protokol Montreal mengalami penyempurnaan melalui Amandemen London (1989), Amandemen Kopenhagen (1992), Amandemen Montreal (1997), serta Amandemen Beijing (1999). Indonesia ikut meratifikasi. Selain mencantumkan jenis-jenis bahan kimia perusak ozon, juga memuat jadwal penghapusan masing-masing jenis Bahan Perusak Ozon (BPO) di dunia. Adapun bahan-bahan perusak ozon dan penggunaannya antara lain:

- 1) Kloro fluoro karbon (CFC) atau freon. Jenis CFC yang kerap digunakan adalah CFC-11 (trichloro monofluoro methane) dan CFC-12 (dichloro difluoro methane). Bahan

kimia ini banyak digunakan sebagai bahan busa dan panel insulasi, bahan pendingin peralatan refrigerasi, serta bahan pendorong (propelan) dalam tabung spray, bahan pelarut dan pembersih. Barang-barang yang kerap menggunakannya adalah lemari es, Air Conditioner (AC), dan aerosol.

- 2) Hidro kloro fluoro karbon (HCFC) atau freon, penggunaannya sama seperti CFC.
- 3) Halon. Jenisnya adalah bromo chloro difluoro methane dan bromo trifluoro methane, digunakan sebagai bahan pemadam kebakaran.
- 4) Carbon Tetrachloride (CCl₄) atau karbon tetraklorida. Digunakan sebagai bahan pelarut, pembersih, bahan pemadam kebakaran, dan refrigerasi.
- 5) Methyl Chloroform (CH₃CCl₃). penggunaannya sama dengan karbon tetraklorida.
- 6) Methyl Bromida (CH₃Br). Digunakan sebagai pestisida, bahan fumigasi dalam pergudangan dan karantina pertanian.

Sebagian bahan perusak ozon sudah tidak digunakan, meskipun tidak semuanya. Namun semua bahan-bahan kimia tersebut telah dihapus penggunaannya. Masyarakat harus mendukung penghapusan penggunaan bahan perusak ozon dengan selektif dalam memilih produk-produk yang bebas dari bahan perusak ozon.

Mitigasi Perubahan Iklim

Mitigasi perubahan iklim merupakan berbagai usaha untuk mengurangi penyebab-penyebab terjadinya perubahan iklim. Mitigasi tersebut dapat dilakukan oleh para pihak, baik

pemerintahan, korporasi, kelompok pecinta lingkungan dan perorangan. Dampak perubahan iklim yang perlu diantisipasi adalah bumi akan mengalami perubahan curah hujan, krisis air bersih, gelombang panas, suhu yang tinggi, kekeringan dan gagal panen.

Dasar hukum aksi perubahan iklim adalah Undang-Undang No. 6 Tahun 1994 tentang Pengesahan Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa Mengenai Perubahan Iklim. Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2004 tentang Pengesahan Protokol Kyoto atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-bangsa tentang Perubahan Iklim. Undang-Undang No 16 Tahun 2016 tentang Pengesahan Paris Agreement to The United Nations Framework Convention on Climate Change.

Komitmen Indonesia dalam perubahan iklim ditingkat nasional terwujud dalam Peraturan Presiden No. 61 tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Gas Rumah Kaca (RAN-GRK) dan Nationally Determined Contribution (NDC) sebagai implementasi dari Paris Agreement. Komitmen Indonesia dalam perubahan iklim di tingkat daerah terwujud dalam Rencana Aksi Daerah Gas Rumah Kaca (RAD-GRK) yang diaktualisasikan sesuai Peraturan Presiden No. 61 Tahun 2011 dan telah disepakati oleh 34 provinsi di Indonesia.

Salah satu yang dilakukan oleh pemerintah untuk mitigasi perubahan iklim di Indonesia dengan mengeluarkan program Kampung Iklim (Proklim) yang dicanangkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Proklim memberikan penghargaan kepada masyarakat lokal yang turut serta dalam membantu mitigasi perubahan iklim. Pelaksanaan Program Kampung Iklim merujuk pada Peraturan

Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 84 tahun 2016. Implementasi yang diharapkan dari Kampung Iklim yaitu:

- 1) Pengelolaan sampah padat dan limbah cair;
- 2) Penggunaan energi baru terbarukan dan konservasi energi;
- 3) Budidaya pertanian rendah emisi gas rumah kaca;
- 4) Peningkatan tutupan vegetasi lahan dan hutan;
- 5) Pencegahan dan penanggulangan kebakaran hutan dan lahan.

Selain itu strategi yang dilakukan oleh pemerintah untuk mitigasi perubahan iklim di antaranya:

- 1) Memperkuat kapasitas pemerintah daerah dalam mendukung upaya daerah dalam mendukung upaya mitigasi perubahan iklim;
- 2) Menjalin kemitraan dengan kementerian/lembaga terkait, pemerintah daerah, dunia usaha dan lembaga non-pemerintah;
- 3) Mendorong komitmen pengambil kebijakan di tingkat nasional dan daerah untuk mendukung pelaksanaan upaya mitigasi perubahan iklim serta kegiatan ekonomi masyarakat agar tidak merusak lingkungan;
- 4) Meningkatkan pengembangan dan penerapan teknologi tepat guna yang mendukung upaya mitigasi perubahan iklim di tingkat lokal serta kegiatan ekonomi masyarakat berkelanjutan.

Mitigasi perubahan iklim pada sektor kehutanan adalah pemulihan fungsi lahan hutan (re-forestasi). Pemerintah mendorong para pihak turut serta membangun Hutan Rakyat, Hutan Tanaman Industri, dan Hutan Kemasyarakatan. Se-

lain itu, melakukan perlindungan kawasan sumber air di dalam Kawasan hutan dan di luar kawasan, konservasi gambut dan konservasi hutan mangrove.

Bidang pertanian, mitigasi perubahan iklim melalui pengurangan kegiatan pembakaran residu pertanian seperti pembakaran jerami oleh petani, dan pembatasan aplikasi pemupukan kimia. Fokus mitigasi untuk sektor pertanian melalui penerapan teknologi budidaya tanaman ramah lingkungan, pemanfaatan pupuk organik, penerapan bioenergi dan kompos, serta teknologi biogas.

Mitigasi perubahan iklim pada skala rumah tangga melalui pengelolaan sampah dari hulu melalui minimalisasi produksi sampah rumah tangga. Bila produksi sampah tetap ada di rumah tangga, maka dilakukan pengelolaan limbah cair perkotaan dan pengelolaan sampah padat dengan menerapkan teknik 3R (Reduce, Reuse, dan Recycle) dalam proses penanggulangan timbunan sampah. Perbaiki teknologi Tempat Pengolahan Sampah Akhir (TPA), melalui teknologi rekayasa sampah menjadi berbagai produk energi dan material daur ulang sampah, seperti teknologi RDF untuk substitusi batubara dan teknologi magot BSF untuk sampah hotel, restoran dan pasar.

Sektor energi dan transportasi menggunakan bahan bakar bersih atau fuel switching. Optimalisasi energi terbarukan yang meliputi energi angin, energi panas, dan energi bumi. Program pengganti minyak bumi dengan transportasi tenaga listrik dan pengembangan listrik dari energi baru terbarukan. Transportasi massal diharapkan menghasilkan emisi yang rendah melalui peremajaan moda angkutan. Strategi pembatasan penggunaan kendaraan pribadi dan beralih

ke pola transportasi umum rendah karbon melalui mekanisme insentif dan dis-insentif pajak kendaraan.

Peran para pihak seperti korporasi dalam mitigasi perubahan iklim sangat strategis dilakukan. Program CSR korporasi bijak jika diarahkan pada bantuan pengembangan rumah bibit penghijauan, dan pembuatan biogas. Pengembangan teknologi peternakan, perikanan, dan pertanian ramah lingkungan dalam pemberdayaan masyarakat sekitar usaha korporasi. Sosialisasi kepada masyarakat tentang cara membuat biopori, sumur resapan dan pengelolaan sampah rumah tangga. Program CSR harus meminimalkan kegiatan yang justru akan mendorong perubahan iklim.

Secara internal korporasi harus menunjukkan tauladan yang baik dalam pengelolaan perubahan iklim. Perusahaan secara taat melaporkan jumlah emisi. Kontribusi nyata yang dilakukan oleh perusahaan dengan menetapkan target mitigasi perubahan iklim dalam perencanaan kerja korporasi. Berdasarkan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan, korporasi juga harus menerapkan sumbangan biaya penyerapan karbon yang sebanding dengan pencemaran udara yang dilakukannya.

Mitigasi perubahan iklim harus dilakukan secara terencana, terus menerus dan berskala besar. Untuk itu semua pihak (pemerintah, korporasi dan perseorangan), harus berkontribusi untuk pendanaan program mitigasi perubahan iklim. Sumbangan dana para pihak harus setara dengan kontribusi beban pencemaran yang dilakukan. Prinsip siapa berbuat sesuatu yang menyebabkan perubahan iklim harus membayar sebesar perbuatan yang dilakukan, untuk upaya pemulihan lingkungan.

Pada tahun 2009 dibentuk suatu organisasi yang mempunyai tugas sebagai koordinator pengumpulan dana dari berbagai sumber untuk pembiayaan program perubahan iklim. Organisasi itu bernama Indonesia Climate Change Trust Fund (ICCTF). Program pertama yang dilakukan ICCTF yaitu melaksanakan rehabilitasi Hutan Kemasyarakatan (Hkm) di Desa Lito, Kabupaten Sumbawa seluas 200 hektar. Proyek tersebut dinobatkan sebagai pencetus agroforestri. Menurut Indonesia's First Mitigation Fiscal Framework, bahwa biaya yang diperlukan untuk mitigasi perubahan iklim hingga tahun 2020 sebesar Rp. 670 triliun (USD 70,5 miliar), sedangkan bagi Indonesia baru mampu membiayai 23% dari total biaya mitigasi perubahan iklim. Kekurangan 77% pendanaan dapat diupayakan melalui peningkatan peran para pihak khususnya korporasi dan substitusi antar negara berdasarkan neraca ekspor-impor gas rumah kaca antar negara.

Adaptasi Perubahan Iklim

Adaptasi perubahan iklim merupakan salah satu respon yang dilakukan oleh manusia sebagai perseorangan atau kelompok masyarakat dalam menghadapi perubahan iklim. Manusia harus beradaptasi terhadap perubahan iklim, karena perubahan iklim sudah dan sedang terjadi serta pemulihannya belum optimal dilakukan. Jika mitigasi perubahan iklim adalah upaya sektor-sektor pembangunan, maka adaptasi adalah upaya manusia dan masyarakat untuk bertahan hidup pada kondisi iklim yang telah berubah.

Tingkat kejenuhan karbon yang cukup tinggi dan waktu tinggal karbon di atmosfer memakan waktu ratusan tahun, maka bumi perlu waktu yang lama untuk kembali ke kondisi

parameter iklim yang normal. Dampak perubahan iklim tidak hanya akan memberi dampak pada generasi saat ini, namun diperkirakan akan terus berdampak pada generasi-generasi selanjutnya. Program adaptasi perubahan iklim harus dibakukan melalui sebuah model yang optimal pada setiap kondisi daerah sesuai perubahan iklim. Diharapkan kemampuan manusia dari tahun ke tahun lebih siap menghadapi perubahan iklim yang terjadi.

Adaptasi perubahan iklim oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa dimulai dengan merumuskan suatu persetujuan yakni *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) yang ditandatangani tahun 1992. Sekretariat UNFCCC berada di Bonn, Jerman. Satuan di bawah UNFCCC yang mengatur mengenai adaptasi perubahan iklim adalah *UN Climate Change Adaptation Unit*. Protokol Kyoto dan Persetujuan Paris, membagi adaptasi perubahan iklim menjadi empat fokus, yakni; 1) adaptasi berdasarkan ekosistem (*ecosystem-based adaptations*); 2) pengetahuan; 3) analisis; dan 4) jejaring (*Knowledge, Analysis, And Networking*).

Panel antar pemerintah tentang Perubahan Iklim, yang merupakan badan di bawah Perserikatan Bangsa-Bangsa dibentuk untuk mengakomodasikan ruang antar pemerintah dalam menangani perubahan iklim. Laporan AR5 (*fifth assessment report*) pada tahun 2014 di dalamnya membicarakan mengenai adaptasi perubahan iklim. Manajemen risiko bencana merupakan hal yang diperlukan dan berhubungan erat dengan adaptasi perubahan iklim.

Rencana adaptasi perubahan iklim harus fleksibel dan terintegrasi dengan pembuat aturan berkehidupan. Karakter risiko terburuk dari perubahan iklim sangat banyak dan ti-

dak dapat diprediksi, sehingga diperlukan pembuatan aturan terintegrasi untuk mencapai manajemen risiko terkecil. Perencanaannya harus mampu meningkatkan pengetahuan masyarakat untuk mengenali risiko perubahan iklim, berbagai kemungkinan dampak, serta sistem respon yang harus dilakukan dan tindakan pemulihan yang efektif.

Adaptasi perubahan iklim dapat diterapkan pada sektor kesehatan, sistem pengairan pertanian hemat air dan sistem produksi makanan yang ramah lingkungan. Sehubungan dengan adaptasi perubahan iklim, pemetaan kerawanan kekeringan akibat perubahan iklim seperti malaria, dan demam berdarah, serta integrasi antara penyakit dengan perubahan iklim wajib dilakukan untuk menunjang pola adaptasi yang optimal.

Adaptasi perubahan iklim pada sistem irigasi dapat diterapkan melalui budidaya pertanian hemat air. Metode yang dapat dilakukan salah satunya adalah adaptasi berdasarkan ekosistem (*ecosystem-based adaptation*). Adaptasi ini dilakukan dengan memperhatikan perkembangan ekosistem. Pengelolaan pengurangan stress tanaman akibat kekurangan air dan optimalisasi sumberdaya air yang ada misalnya melalui panen hujan pada atap-atap rumah penduduk untuk ditampung pada media di atas atau di bawah permukaan tanah.

Produksi makanan diharapkan dapat tetap berlangsung selama perubahan iklim untuk memenuhi kebutuhan pangan penduduk yang terus meningkat. Adaptasi dilakukan pada seluruh sektor produksi, baik pertanian, perkebunan, perikanan, dan peternakan secara bersama sehingga dapat dilakukan penganekaragaman dan substitusi pangan. Beberapa bentuk usaha adaptasi adalah menyesuaikan masa tanam sesuai de-

ngan perubahan awal musim hujan. Melakukan tumpang sari antara tanaman pangan, hortikultura, perkebunan dan tanaman hutan. Pengenalan tanaman lokal sebagai bahan pangan baru yang lebih resisten terhadap perubahan iklim. **



Gambar 15.
Memanggul Air/Fathul
Rakman

[5]

STRATEGI PENGELOLAAN AIR

Pasal 33 Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945. Di dalam pasal itu dinyatakan bahwa bumi, air, dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh negara dan dipergunakan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat.

Dulu, kini dan nanti air menjadi strategis dan wajib dikelola oleh negara. Berbagai masalah air untuk kehidupan, baik masalah kualitas, kuantitas dan distribusi. Untuk itu diperlukan strategi dan pengelolaan agar air tersedia dengan kualitas yang sesuai peruntukan, cukup jumlah dan terdistribusi secara adil dan merata bagi semua masyarakat tanpa diskriminasi.

Air merupakan kebutuhan dasar hidup manusia dan makhluk hidup di bumi baik hewan maupun tanaman. Berhubungan air merupakan benda bumi yang penting dan menguasai hajat hidup orang banyak, maka harus dikuasai, dikelola dan didistribusikan oleh negara, bukan oleh perorangan, kelompok atau pihak swasta.

Ketidakseimbangan antara ketersediaan air yang terus menurun dan kebutuhan air yang semakin meningkat. Air perlu dikelola dengan memperhatikan fungsi sosial, ekologi, dan ekonomi secara selaras berkeadilan antar wilayah, antar

sektor, dan antar generasi guna memenuhi kebutuhan atas air untuk seluruh kehidupan tanpa kecuali.

Strategi pengelolaan Air merupakan upaya merencanakan, mengorganisasikan, melaksanakan, memantau, dan mengevaluasi penyelenggaraan konservasi air, kualitas air, jumlah air, dan distribusinya pada skala makro sampai skala rumah tangga. Termasuk dalam pengelolaan ini adalah mitigasi aneka masalah air dan daya rusak air.

Rencana pengelolaan air difasilitasi oleh pemerintah dengan melibatkan semua pihak yang terkait dengan produksi air dan para pihak yang memanfaatkan air pada suatu daerah. Perencanaan dimaksud idealnya minimal ada pada unit daerah aliran sungai (DAS) terintegrasi dengan unit cekungan air tanah. Perencanaan harus menggunakan data yang lengkap dan akurat tentang neraca air pada suatu daerah, secara menyeluruh dan pemanfaatannya secara terpadu yang diperlukan untuk distribusi air yang adil dan merata dengan skala prioritas, termasuk satuan debit bagi dan frekuensi waktunya.

Pengelolaan air oleh negara diperlukan untuk menjamin hak rakyat atas air guna memenuhi kebutuhan pokok minimal sehari-hari bagi kehidupan yang sehat dan bersih dengan jumlah yang cukup, kualitas yang baik, aman, terjaga keberlangsungannya, dan terjangkau harganya. Sumber air tidak dapat dimiliki dan atau dikuasai oleh perseorangan, kelompok masyarakat, atau badan usaha walaupun berada pada tanah milik apalagi kemudian berada pada tanah negara atau hutan. Hak rakyat atas air bukan merupakan hak kepemilikan atas sumber air, tetapi hanya terbatas pada hak untuk

memperoleh dan menggunakan sejumlah kuota air sesuai dengan alokasi yang ditetapkan bersama.

Prioritas pertama pemanfaatan air adalah untuk kebutuhan pokok air sehari hari bagi seluruh masyarakat. Prioritas kedua adalah pertanian rakyat dalam arti umum termasuk peternakan dan perikanan. Prioritas ketiga adalah kebutuhan berbagai usaha masyarakat dan swasta guna menunjang produksi ekonomi dan pembangunan melalui mekanisme perizinan.

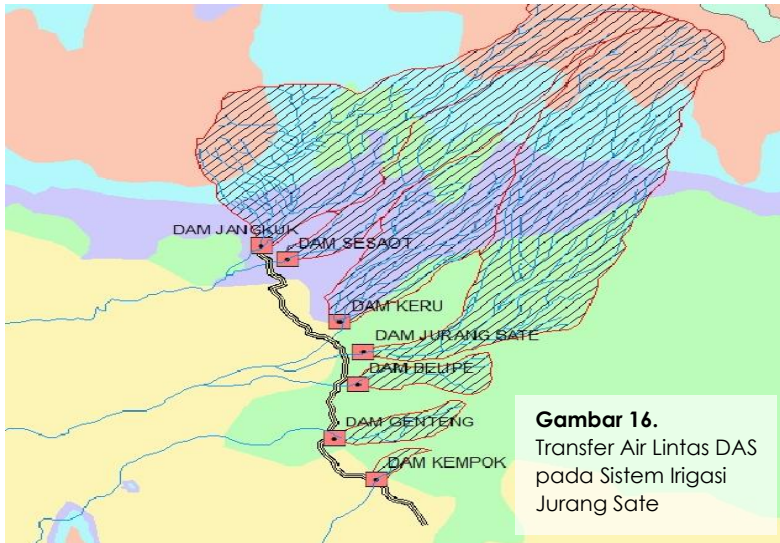
Pengelolaan Air Lintas DAS

Wilayah Sungai merupakan kesatuan wilayah pengelolaan sumber daya air dalam satu hamparan daratan yang luas atau memiliki lebih dari satu Daerah Aliran Sungai (DAS) dan/ pulau-pulau kecil yang luasnya kurang dari atau sama dengan 2.000 (dua ribu) Km² setara 200.000 Ha.

Sumber daya air lintas DAS pada wilayah sungai yang sama, perlu dikelola secara terpadu, berkelanjutan, dan berwawasan lingkungan. Semua sumber air pada suatu wilayah daratan, seperti mata Air, sungai, danau, waduk, rawa, daerah imbuhan Air Tanah, Cekungan Air Tanah, daerah tangkapan Air, kawasan suaka alam, kawasan pelestarian alam, kawasan hutan, dan kawasan pantai harus dikelola untuk satu tujuan pemenuhan air bagi seluruh kehidupan yang membutuhkan air.

Pengelolaan air lintas DAS diperlukan untuk melakukan substitusi silang antara DAS dengan air surplus ke DAS dengan air defisit. DAS yang memiliki banyak sumber air menyuplai air ke DAS yang berada di daerah bayangan hujan dengan sumber air terbatas.

Perpindahan air lintas DAS, dapat dilakukan dengan membangun dan/ menggunakan saluran transmisi, baik saluran terbuka, tertutup atau melalui perpipaan. Transfer air yang diperbolehkan maksimal sebesar nilai surplus air pada DAS sumber atau maksimal sebesar kebutuhan DAS tujuan, dengan catatan tidak melebihi surplus air pada DAS sumber.



Saluran Transfer air bisa melewati satu atau lebih DAS antara. Sepanjang perjalanan saluran atau pipa transfer, dapat dilakukan pengambilan surplus air pada setiap DAS defisit yang dilewatinya. Sistem buka tutup inlet saluran atau pipa transfer tergantung kondisi debit pada periode waktu tertentu. Bila kondisi musim hujan dan debit surplus, air dapat disadap dan pada kondisi musim kemarau, saat debit turun pintu sadap ditutup.

Kendala topografi untuk transfer air lintas DAS dapat dikelola misalnya dengan system High Level Diversion (HLD), yaitu air dapat melintasi DAS disampingnya dengan tekanan air akibat pemanfaatan selisih beda tinggi melalui saluran

tertutup pada bawah sungai, pengeboran tebing bukit atau saluran berjembatan di atas sungai.

Pengelolaan Air pada DAS

Daerah Aliran Sungai adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai yang melewatinya. Sungai tersebut memiliki anak-anak sungainya yang masing-masing merupakan sub-DAS. Setiap DAS secara mandiri berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke satu sistem aliran yang tertaut pada sungai, danau, atau ke laut secara alamiah. Batas DAS di darat merupakan pemisah topografis berupa punggung gunung atau bukit dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.

Pengelolaan DAS menurut Asdak, C., (2023) sebuah formula program dan kegiatan untuk memanfaatkan sumber daya alam dan manusia pada suatu batasan daerah aliran sungai, untuk mendapat manfaat produksi dan jasa yang optimal tanpa merusak sumberdaya alam yang ada, termasuk meminimalkan resiko banjir dan kekeringan melalui integrasi keterpaduan pengelolaan ruang lahan, tanah dan air, serta menjaga keseimbangan hulu dan hilir dalam pendekatan sosial, ekonomi, budaya dan kelembagaan di dalam dan di luar DAS.

DAS yang ideal akan memberikan suplay kebutuhan air secara cukup bagi kehidupan pada seluruh area DAS. DAS ideal memiliki ciri-ciri:

- 1) Memiliki gunung, semakin tinggi gunung >.2000 m.dpl, maka DAS memiliki banyak potensi awan dan curah hujan tinggi, namun bila DAS hanya memiliki perbukitan

dengan elevasi yang rendah < 500 mdpl, maka umumnya DAS memiliki curah hujan rendah;

- 2) Memiliki luas daerah resapan (*cathment area*) air permukaan dan daerah imbuhan (*re-charge area*) air tanah dengan rasio luas > 30%, sehingga kebutuhan air DAS pada non *cathment area* dan *dis-charge area* tercukupi;
- 3) Memiliki indeks kualitas tutupan lahan dan hutan (IKTLH) ideal pada kisaran 30-50% dari total DAS. Bila tutupan lahan oleh vegetasi < 30% maka infiltrasi dan perkolasi sebagai mekanisme cadangan air permukaan dan air tanah akan rendah. Tutupan lahan > 50%, maka produksi air akan lebih besar dari kebutuhan. Daerah dengan tutupan lahan yang tinggi akan sulit berkembang secara ekonomi dan infrastruktur karena area lahan yang potensial untuk pembangunan lebih banyak berada pada kawasan konservasi air, khususnya berupa hutan lindung, kecuali tutupan lahannya berupa vegetasi perkebunan.

Pemerintah Pusat atau Pemerintah Daerah menetapkan urutan prioritas pemenuhan Air pada Wilayah Sungai atau pada suatu DAS. Neraca air yang ada, terlebih dahulu memperhitungkan keperluan air untuk pemeliharaan sumber Air, nilai susut akibat evapotranspirasi dan infiltrasi-perkolasi, serta kebutuhan lingkungan hidup sebagai habitat flora-fauna yang ada di atas.

Setiap DAS harus memiliki daerah resapan yang luasnya ideal dapat menyerap sejumlah air sesuai potensi curah hujan dan beban daya dukung dan daya tampung airnya. Daerah resapan tersebut berada pada Kawasan hulu sebagai daerah resapan wajib dan didukung oleh daerah resapan lain yang

terdistribusi merata pada setiap sub-DAS. Daerah resapan tersebut pada rencana tata ruang harus ditetapkan sebagai kawasan lindung untuk fungsi konservasi air.

Satu perencanaan untuk satu sungai mutlak dilakukan karena sistem DAS adalah satu kesatuan siklus air yang mandiri. Siklus suatu DAS tidak terpengaruh secara alamiah oleh siklus air dari DAS disampingnya, kecuali dalam kaitan air tanah karena batas cekungan air tanah yang tidak sama dengan batas DAS diatas cekungan. Pada DAS yang luas, memungkinkan memiliki lebih dari satu cekungan air tanah dibawahnya, begitu juga sebaliknya cekungan tanah yang luas dapat memiliki lebih dari satu DAS di atasnya.

Perencanaan DAS harus merekapitulasi semua potensi air. Sebagai bahan perencanaan yang ideal, data tersebut minimal merupakan data grafik dalam 10 tahun terakhir. Perencanaan tersebut untuk periode tahunan, jangka menengah 5 tahunan dan jangka Panjang 25 tahunan. Sumber air dalam perencanaan DAS meliputi:

- 1) Air permukaan yang bersumber dari mata air, sungai, danau, waduk, rawa, dan sumber air permukaan lainnya;
- 2) Potensi air tanah pada cekungan air tanah di bawahnya;
- 3) Potensi air hujan;
- 4) Potensi air laut yang berada di darat pada Kawasan DAS.

Air DAS merupakan sumber kehidupan masyarakat dalam DAS bersangkutan. Secara alamiah dan dinamis air DAS tersebut mengalir ke tempat yang lebih rendah tanpa mengenal batas wilayah administratif. Pada saat air mengalir pada sebuah DAS, pada setiap titik terjadi pengambilan air oleh berbagai sektor, sehingga ada kalanya air yang tiba ke

laut surplus atau bisa juga muara sungai deficit dan mengering.

Kondisi iklim adalah paling menentukan apakah suatu DAS bersifat sangat basah atau kering. Pada DAS basah ketersediaan air merata dalam musim hujan-kemarau dan setiap wilayah hulu-hilir. Sedangkan pada DAS kering terjadi perbedaan debit sungai musim hujan dan musim kemarau serta pada bagian hulu basah dan bagian hilir kering, sehingga diperlukan pengelolaan air pada DAS harus dilakukan secara utuh pada satu perencanaan, dari hulu sampai ke hilir untuk berbagai sektor sesuai prioritas yang ditetapkan bersama para pihak yang hidup dan menetap pada DAS tersebut.

Pengelolaan suatu DAS selain mempertimbangkan potensi air masing-masing sumber air juga harus menghitung secara akurat kebutuhan air masing-masing sektor. Selain itu keadaan luar biasa berupa anomali iklim akibat perubahan iklim juga harus diperhitungkan sebagai variabel koreksi cadangan air. Manajemen resiko anomali defisit neraca air dapat diatasi dengan membangun cadangan atau tabungan air pada sebuah tampungan air untuk megantisipasi kemungkinan terburuk pada setiap DAS.

Pengelolaan Air Sungai

Kebutuhan air baku penduduk untuk perdesaan 80 liter/hari/orang dan perkotaan 150 liter/hari/orang, ditambah kebutuhan irigasi pertanian rakyat serta sektor lain sangat besar. Sumber air baku dari curah hujan tidak merata sepanjang tahun dan sumber air tanah tidak merata setiap wilayah. Salah satu solusi pemenuhan kebutuhan air baku

adalah membangun tampungan air pada badan sungai berupa bendungan, bendung dan waduk untuk menampung kelebihan air sungai atau pembangunan embung untuk menampung air hujan.

Keberadaan sungai di Indonesia sangat banyak, yaitu 5.590 sungai utama dan 65.017 anak sungai pada 42.210 DAS di seluruh Indonesia. Potensi panen air hujan pada sistem bendungan, bendung dan waduk agar kebutuhan air baku dan irigasi dapat terpenuhi. Teknologi panen air hujan pada air sungai harus mampu menampung debit untuk memenuhi kebutuhan air harian. Pembangunan bendung, khususnya pada sungai yang belum memiliki bendung mutlak diperlukan, baik untuk bendung air baku maupun bendung air irigasi.

Pilihan program pembangunan satu bendungan besar atau seratus bendung kecil pada satu sungai adalah sebuah perdebatan. Pilihan ini tentu harus melalui identifikasi dan analisis tipe sungai sungai, kelerengan aliran sungai, kondisi hujan, kebutuhan air baku dan air irigasi dan kondisi debit pada musim kemarau dan musim hujan.

Membandingkan efektifitas satu bendungan besar dengan beberapa bendungan kecil pada satu sungai sangat ditentukan oleh luas genangan, jumlah total tampungan air dan jumlah debit sungai yang lolos ke laut. Luas genangan air akan menentukan Ruang Terbuka Biru (RTB), yaitu luas ruang pada DAS baik berupa danau, sungai, bendung, embung dan genangan air tawar lainnya adalah upaya untuk menampung aliran permukaan dan memperbesar infiltrasi.

Pembangunan satu bendungan besar pada satu sungai dapat menampung air baku dan air irigasi lebih dari satu juta kubik, dengan anggaran pembangunan triliun. Pada sisi lain

bandungan besar tersebut telah banyak menimbulkan dampak sosial ekonomi dan budaya pada sub kegiatan pembebasan lahan. Penggusuran penduduk telah melepas berbagai atribut sosial, budaya dan situs arkeologi penting yang kemudian terendam menjadi daerah genangan bendung.

Pilihan lebih ramah secara social dan lingkungan adalah membangun beberapa bendung pada satu aliran sungai. Interval ideal antara panjang sungai 1 km dapat dibangun satu bendung. Jika panjang sungai 50 km artinya dapat dibangun 50 bendung dengan volume air tampungan yang setara dengan satu bandungan besar. Pada sisi sosial tidak ada atau sedikit pembebasan lahan sebagai daerah genangan. Genangan hanya terjadi pada daerah sempadan sungai, sehingga situs sosial dan budaya tidak ada yang dikorbankan. Secara hidrologi semua badan sungai dari hulu sampai hilir tetap basah dengan kondisi muka air tanah, flora dan fauna yang tetap terjaga.

Pengelolaan Air Tanah

Perencanaan pengelolaan air yang ideal tidak hanya berbasis pada pendekatan daerah aliran sungai tetapi juga menggunakan pendekatan batasan perencanaan cekungan air tanah. Untuk itu integrasi batas daerah aliran sungai, khususnya cathment area dengan batas cekungan air tanah, khususnya *re-charge* area sebagai kawasan konservasi air, harus dapat diseimbangkan dengan daerah non-cathment area dan *dis-charge area* untuk optimalisasi manfaat air. Memadukan sumber air permukaan dan air tanah dalam beberapa skenario alternatif pemenuhan kebutuhan air untuk manusia, ternak, tanaman dan industri serta sektor lainnya secara adil

dan efisien dalam suatu kerangka kebijakan yang disusun oleh para pihak dan ditetapkan oleh pemerintah.

Keberadaan air tanah saat ini menjadi penting dan strategis untuk dikelola karena menjadi sumber air primadona penduduk. Air tanah menjadi kebutuhan pokok dan hajat hidup orang banyak dalam berbagai aktivitas masyarakat karena umumnya memiliki kualitas yang baik sebagai air minum dan air baku. Keberadaan air tanah kini banyak digunakan sebagai pasokan penyediaan air minum pedesaan dan perkotaan, serta berbagai kebutuhan lainnya termasuk kebutuhan untuk air kemasan dan bahan baku atau bahan penolong aneka industri lainnya.

Cekungan air tanah merupakan tampungan air tanah di dalam bumi. Cekungan tersebut dibatasi oleh batas hidrogeologis, tempat semua kejadian hidrogeologis berlangsung secara terkoneksi secara mandiri, namun bersifat satu arah dari ujung atas akuifer yang disebut *re-charge area* ke ujung bawah akuifer yang tersingkap ke permukaan bumi yang diistilahkan sebagai *dis-charge area*.

Kawasan cekungan air dalam batuan akuifer di dalam perut bumi ini berfungsi sebagai zona pengimbuhan (*input*), pengaliran sepanjang batuan akuifer, dan pelepasan air tanah pada zona yang tersingkap alami atau diambil secara sengaja pada sumur air tanah (*output*). Semua kawasan *re-charge area* harus ditetapkan sebagai zona konservasi air tanah pada cekungan air tanah. Pada suatu wilayah sungai, berfungsi sebagai daerah Imbuhan untuk resapan air permukaan dan lalu sebagian masuk ke batuan akuifer sebagai air tanah secara alamiah.

Re-charge area sebagai kawasan konservasi air tanah. Kawasan ini harus dilindungi sebagai upaya memelihara keberadaan serta keberlanjutan keadaan, sifat, dan fungsi air tanah tetap tersedia dalam kuantitas dan kualitas yang cukup untuk memenuhi kebutuhan manusia dan makhluk hidup lainnya baik pada waktu sekarang maupun yang akan datang secara berkelanjutan. Resapan tinggi bila mampu menyerap 100-300 mm/tahun dan resapan sangat tinggi menyerap > 300 mm/tahun.

Akuifer merupakan lapisan batuan di dalam perut bumi, yang dapat dimasuki air tanah, dapat menyimpan dan meneruskan air tanah dalam jumlah cukup dan berkelanjutan. Akuifer terdiri dari akuifer tertekan dan akuifer bebas. Akuifer tertekan adalah akuifer yang dibatasi di bagian atas dan bawahnya oleh lapisan kedap air, sehingga air tetap berada pada batuan akuifer dengan tekanan aliran air yang tinggi. Sedangkan akuifer tidak tertekan adalah akuifer yang dibatasi di bagian atasnya oleh muka air tanah bebas dan di bagian bawahnya oleh lapisan kedap air, sehingga air tanah dapat keluar bersama dengan air permukaan.

Sepanjang kawasan di atas batuan akuifer pembawa air tanah, kawasan *re-charge area* ke kawasan *discharge area* adalah daerah yang harus dibatasi pengambilan air tanahnya melalui pembatasan jumlah sumur bor. Bila tidak dibatasi, maka debit air tanah dapat menipis atau kering pada beberapa daerah *dis-charge area* yang tersingkap, dibuktikan dengan fakta beberapa mata air menjadi kering. Mata air kering bukan hanya disebabkan oleh kerusakan kawasan *re-charge* oleh pembangunan masif di hulu, namun juga oleh pengam-

bilan berlebihan air tanah pada kawasan antara *re-charge* dan *dis-charge* (akuifer pembawa air tanah).

Daerah keluaran air tanah yang berlangsung secara alamiah disebut *dis-charge area*. Kawasan ini harus memiliki regulasi pengaturan pengambilan air tanah. Secara stratigrafi, setiap lokasi pengeboran pada *dis-charge area* dapat memiliki satu atau lebih lapisan akuifer. Setiap lapisan akuifer memiliki potensi air tanah yang berbeda, tergantung porositas batuan, ketebalan lapisan akuifer dan kecepatan aliran air tanah pada akuifer.

Lokasi cekungan air tanah pada suatu lokasi dan waktu tertentu, memiliki kedalaman atau muka air tanah pada lapisan akuifer. Semakin dalam muka air tanah, maka biaya pengeboran sumur air tanah semakin mahal dan sulit diakses. Muka piezometrik adalah muka air tanah pada akuifer tertekan sedangkan muka freatik merupakan muka air tanah pada akuifer tidak tertekan.

Pembangunan demi investasi kadang membangun pada zona perlindungan air tanah dengan alasan keindahan alam yang indah. Zona pemanfaatan air tanah pun juga dibangun secara massif untuk berbagai kawasan budi daya melebihi daya dukung dan daya tampung air tanahnya.

Untuk itu zona pemanfaatan air tanah minimal melakukan pengaturan sebagai berikut:

- 1) Kedalaman pengambilan atau titik sadap pompa pada sumur bor;
- 2) Peruntukan air tanah yang diperbolehkan diambil dari air tanah di prioritaskan untuk air minum dan air baku;
- 3) Jumlah debit maksimal yang diperbolehkan per titik pengambilan;

4) Lokasi dan jumlah sumur pantau per zona.

Bila pengelolaan air tanah keliru dapat menyebabkan rusaknya air tanah. Kerusakan air tanah dapat diperbaharui, namun membutuhkan proses pemulihan waktu lama karena kecepatan pemulihan aliran air tanah pada batuan akuifer lambat. Bila telah terjadi kerusakan kualitas air tanah, maka dibutuhkan waktu lama, biaya tinggi, teknologi yang rumit pada sumur injeksi, dan akan sulit normal kembali seperti semula awal.

Pengelolaan kawasan *dis-charge area* bukan hanya berupa perbaikan pengaturan pengambilan air tanah tapi juga pemantauan kondisi air tanah secara berkesinambungan. Pemantauan secara regular dilakukan pada beberapa sumur pantau.

Tujuan pemantauan air tanah pada sumur pantau air tanah adalah untuk:

- 1) Pemantauan kuantitas air tanah, berupa tinggi muka air tanah dan total debit pengambilan;
- 2) Pemantauan kualitas air tanah, berupa sifat fisika, kimia dan mikrobiologi air tanah;
- 3) Pemantauan lingkungan sekitar air tanah, berupa persebaran titik pengeboran, pencemaran terdekat, keparahan intrusi air laut pada air tanah dan tinggi penurunan muka tanah serta gejala amblesan tanah.

Pengelolaan Air Kawasan

Wilayah dan kawasan adalah dua hal berbeda. Semua kawasan sudah pasti wilayah, tapi tidak semua wilayah adalah kawasan. Kawasan memiliki batas deliniasi fungsional yang dapat lintas batas wilayah administrasi dan melintasi

batas tematik lainnya. Aspek fungsional menyebabkan suatu Kawasan harus secara mandiri, semua sumberdaya di dalam Kawasan harus dapat mendukung fungsi sebuah kawasan sebagaimana fungsi yang telah ditetapkan.

Penetapan fungsi suatu kawasan bersifat fungsi tunggal, baik fungsi sebagai kawasan industri, kawasan pariwisata atau kawasan khusus lainnya. Setiap Kawasan memiliki pengelola kawasan. Masing-masing unit kegiatan atau usaha atau unit pendukung di dalam kawasan bertanggung jawab kepada pengelola Kawasan.

Pengembangan thema fungsional kawasan merupakan upaya agar jenis dan jumlah sarana dan prasarana dapat dibangun lebih efisien dan efektif dalam satu hamparan untuk fungsi kawasan yang sama. Kawasan dapat didesain lebih berwawasan lingkungan karena dampak lingkungan dapat deteksi dan dideliniasi agar tidak mengganggu fungsi lingkungan hidup sekitarnya. Kawasan memberikan kemudahan dan daya tarik bagi investasi dengan pendekatan konsep yang lebih tertutup untuk umum, zonasi tata ruang yang lebih baik dan analisis dukungan teknis, ekonomi, dan lingkungan yang lebih mudah dikelola dan diintervensi.

Guna mendukung fungsi utama kawasan, maka fungsi tersebut harus ditetapkan oleh pemerintah. Untuk melaksanakan fungsi secara optimal setiap kawasan harus memiliki sarana dan prasana pendukung. Salah satu prasarana yang harus ada dalam sebuah kawasan adalah prasarana air bersih dan air baku.

Pengelolaan prasarana air pada kawasan, idealnya harus dapat secara mandiri menyediakan kebutuhan air untuk berbagai kebutuhan air dalam kawasan. Ketersediaan air terse-

but harus secara kontinyu tersedia baik pada aspek kualitas dan kuantitas.

Penyediaan air kawasan sebaiknya tidak tergantung dari air luar kawasan. Kawasan harus mampu memproduksi dan mengolah potensi sumber-sumber air yang ada dalam kawasan. Bila air Kawasan tergantung dari luar kawasan, maka akan beresiko kegagalan pada kelangsungan fungsi Kawasan, khususnya pada kondisi suplai air terganggu, kecuali ada air cadangan pada kawasan.

Ukuran kapasitas tampungan air kawasan harus mampu memenuhi kebutuhan air untuk konsumsi > 3 hari. Sehingga bila terjadi kegagalan sistem penyediaan air, maka ada cukup waktu 3×24 jam untuk melakukan perbaikan. Kebutuhan air yang digunakan adalah asumsi kebutuhan air rata-rata kawasan per hari. Kondisi beban puncak kebutuhan air kawasan diabaikan jika $< 3 \times$ kali kebutuhan air rata-rata kawasan. Bila beban puncak kebutuhan air $> 3 \times$ kali kebutuhan harian kawasan, maka beban puncak kebutuhan air Kawasan sebagai patokan ukuran kapasitas tampungan air kawasan yang akan dibangun.

Pengelolaan Air pada Pulau Kecil

Pulau Kecil adalah pulau dengan luas < 2.000 Km² (dua ribu kilometer persegi) atau setara < 200.000 Ha, beserta kesatuan ekosistemnya. Menurut United Nation Convention on *The Law of The Sea* (UNCLOS 1982) Article 121, pulau adalah massa daratan yang terbentuk secara alami yang dikelilingi air dan tidak tenggelam pada saat pasang tertinggi, dalam hal ini kawasan mangrove, batu, gosong tidak termasuk sebagai kriteria pulau.

Pulau-pulau kecil memiliki tipe pulau benua, pulau vulkanik, dan pulau karang. Pulau benua merupakan bagian dari benua, sedangkan pulau vulkanik muncul akibat adanya aktivitas vulkanik di dasar laut. Sedangkan pulau karang berasal dari suatu endapan pecahan kerang, binatang laut lainnya, pasir laut dan koral, yang semakin membesar dan akhirnya terbentuklah menjadi sebuah pulau baru.

Akibat kenaikan suhu bumi dan mencairnya es di kedua kutub selatan dan utara bumi, menyebabkan kenaikan volume air laut. Hasil penelitian menunjukkan permukaan air laut secara global meningkat 3,3 milimeter pada setiap tahunnya. Kenaikan air laut berdampak pada potensi tenggelamnya pulau-pulau yang ada di Indonesia.

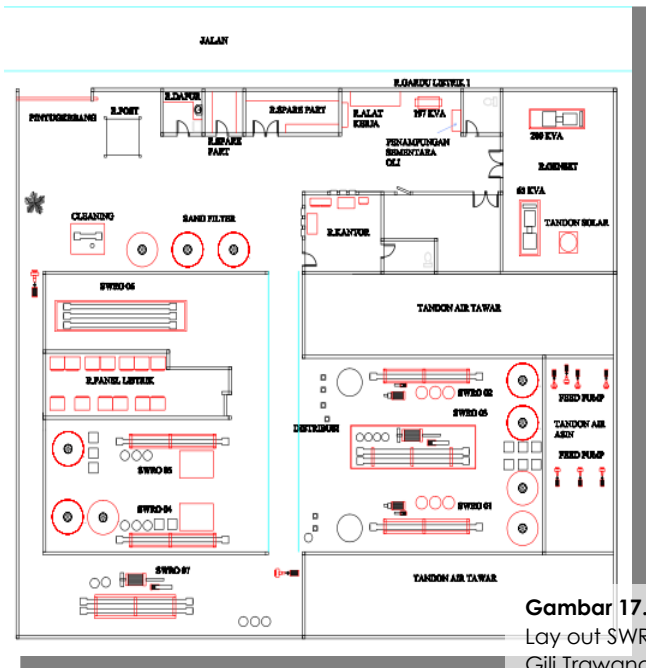
Pulau-pulau kecil memiliki potensi sebagai tempat investasi. Pulau kecil diprioritaskan bagi kegiatan investasi budidaya laut, pariwisata, usaha perikanan dan kelautan, industri perikanan, pertanian organik, dan padang penggembalaan dan industri peternakan.

Indonesia memiliki total 17.508 pulau. Sekitar 7.000 pulau yang berpenghuni. Sedangkan jumlah pulau kecil mencapai 13.466 pulau kecil dan 13.300 di antaranya masih kosong dan tak bernama. Sumber air tawar di pulau-pulau kecil menjadi kendala jika akan dikembangkan menjadi kawasan permukiman berpenghuni tetap.

Keterbatasan air tawar pulau kecil karena curah hujan yang rendah, wilayah tangkapan yang terbatas, dan Kapasitas atau daya tampung pulau-pulau kecil dalam penyimpanan air hujan juga sangat terbatas. Daerah relatif datar tanpa gunung menyebabkan pulau kecil tidak memiliki daerah resapan air hujan. Tekstur tanah umumnya berpasir, me-

nyebabkan air hujan meresap dan bergabung dengan air laut di dalam tanah membentuk air payau. Lapisan akuifer pada pulau kecil jarang dijumpai dan kalau ada terisi oleh air asin.

Impor air dari darat ke pulau kecil dengan kapal atau pipanisasi mengalami kendala jarak yang jauh, dengan rata-rata perjalanan laut 2-3 jam. Salah satu alternatif untuk penyediaan air baku pulau kecil yang dapat dikembangkan adalah Pengolahan Air Laut Menjadi Air Tawar dengan Teknologi SWRO (Sea Water Reverse Osmosis). Salah satu model SWRO yang ada di pulau kecil yaitu di Pulau Gili Trawangan dan Gili Meno, Desa Gili Indah, Kecamatan Pemenang, Kabupaten Lombok Utara, Provinsi Nusa Tenggara Barat.



Gambar 17.
Lay out SWRO di Gili Trawangan

Dokumen Evaluasi Lingkungan Hidup (DELH, 2019), Kegiatan pengolahan air laut, menggunakan teknologi SWRO

melalui proses filtrasi membran mengolah air laut menjadi air tawar/bersih. Air baku berupa air laut diolah dan menghasilkan 40% menjadi air tawar dan 60% residu menjadi limbah air yang lebih asin (concentrate) dari air laut dan dialirkan ke laut melalui pipa HDPE.

Kebutuhan bahan baku air laut/ bahan baku di Gili Trawangan $\pm 103.750 \text{ M}^3$ / bulan. Produksi air tawar saat ini di Gili Trawangan $\pm 41.500 \text{ m}^3$ / bulan atau setara dengan kapasitas produksi $\pm 2.500 \text{ m}^3$ /hari.

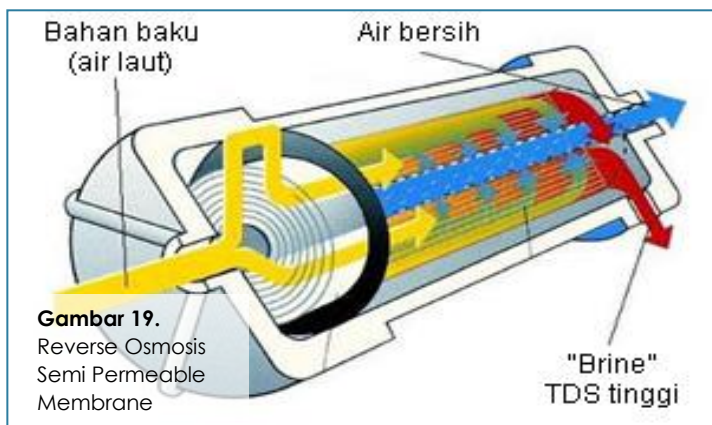
Operasional unit pengolahan air laut dengan teknologi SWRO dapat diuraikan sebagai berikut:

- 1) Bak penampung I merupakan bak yang berfungsi sebagai penampung air baku dari sumber air laut;
- 2) Pompa Air Baku. Pompa ini berfungsi untuk mengalirkan air dari bak penampung I ke bak II;
- 3) Bak penampung II merupakan bak yang berfungsi sebagai penampung air laut;
- 4) Pompa II. Pompa ini berfungsi untuk mengalirkan air dari bak penampung II ke *Sand Filter* dan *Carbon Filter*;



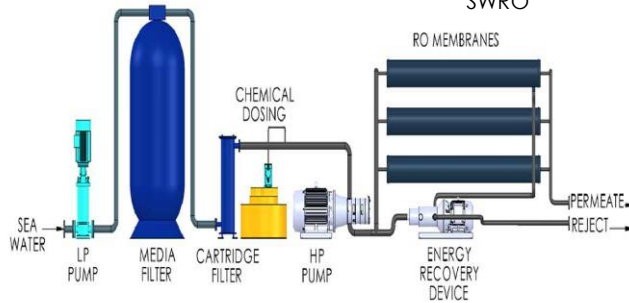
Gambar 18.
Contoh Sand Filter
dan Carbon Filter

- 5) Sand Filter, merupakan penyaring berisi pasir yang berfungsi menyaring partikel fisik dari air baku sampai ukuran + 20 micron;
- 6) Carbon Filter, merupakan penyaring berisi karbon aktif yang mampu menyerap/ mengabsorpsi bau dan rasa apapun yang ada di air baku;
- 7) Reverse Osmosis (RO), RO berfungsi untuk menurunkan kadar TDS dengan cara penyaringan. RO ini merupakan *semi permeable membrane*;



- 8) Reservoir/Bak Penampung III, berfungsi selain sebagai bak penampung hasil pengolahan air bersih juga berfungsi sebagai penyeimbang aliran akibat fluktuasi pemakaian air. Air bersih ini telah siap untuk didistribusikan ke pemakai/pelanggan.

Gambar 20.
Skema Pengolahan
Air Laut dengan
SWRO



Bahan penolong diperlukan agar proses pengolahan air laut menjadi air tawar dapat berlangsung secara efektif. Jenis bahan penolong yang digunakan dalam kegiatan operasional SWRO seperti tertera pada table berikut:

Tabel 6. Bahan Penolong dalam Operasional SWRO

Nama Bahan	Kegunaan	Keterangan
HCl	Pembersih Membran	± 30 liter/tahun
Anti Scalan	Pembersih Membran	
Soda AS/NaOH	Menaikan pH	
Acid	Menaikan pH	
SMB/Sodium Meta Bisulfat	Desinfektan/ pembunuh Bakteri	± 45kg/tahun
Clorin	Desinfektan	150 liter/tahun

Pengambilan air laut untuk bahan baku pengolahan air laut menjadi air tawar dengan teknologi SWRO dilakukan melalui *beach well* atau sumur pantai, dengan cara *Open*

yaitu Water Intake pengambilan langsung dari laut. Selain pengambilan bahan baku dari beach well (sumur pantai), juga dilakukan alternatif pengambilan air lalut melalui pipa Open Water Intake atau pengambilan langsung dari laut. Sumber air laut lainnya berasal dari pembangunan sumur bor di daratan pulau kecil, walaupun airnya tetap berupa air asin.

Pengelolaan Air Rumah Tangga

1. Pengelolaan Air Minum

Air Minum merupakan air yang melalui pengolahan karena kualitasnya tidak memenuhi baku mutu atau tanpa pengolahan dari alam langsung karena dapat diminum dan telah memenuhi syarat kesehatan. Air minum digunakan untuk keperluan rumah tangga, untuk keperluan mandi, memasak, mencuci peralatan rumah, mencuci bahan pangan yang akan dikonsumsi, peturasan, dan Ibadah (air whudu).

Kebutuhan air minum manusia adalah 1,9-2,1 liter per orang/hari tergantung dari berat badan. Standar baku mutu kualitas air minum dituangkan dalam parameter yang menjadi acuan air minum aman. Parameter yang dimaksud meliputi parameter fisik, kimia, parameter mikrobiologi dan radioaktif.

Upaya penyehatan air minum dilakukan melalui pengamanan dan pengendalian kualitas air minum yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas air minum, memberikan manfaat bagi kesehatan masyarakat. Penetapan standar baku mutu kesehatan lingkungan air minum diperuntukkan bagi penyelenggara dan produsen/penyedia air minum yang dikelola dengan jaringan perpipaan, bukan jaringan perpipaan, dan komunal, baik institusi maupun non institusi di permu-

kiman, tempat kerja, tempat rekreasi serta fasilitas umum. Sasaran tersebut di atas harus memeriksakan seluruh parameter wajib.

Standar mutu air minum baik fisik, biologi, kimia dan radioaktif. Persyaratan kesehatan pada air baik pada air dalam keadaan terlindung dari sumber pencemaran, binatang pembawa penyakit, dan tempat perkembangbiakan vektor. Aman dari kemungkinan terkontaminasi berbagai pencemar. Memiliki proses pengolahan, pewadahan, dan penyajian yang memenuhi prinsip higiene dan sanitasi

Izin penggunaan sumber daya air untuk pemenuhan kebutuhan pokok sehari-hari diperlukan jika cara penggunaannya dilakukan dengan mengubah kondisi alami sumber air atau untuk penggunaannya ditujukan untuk keperluan kelompok yang memerlukan air dalam jumlah yang besar.

2. Pengelolaan Air Baku

Badan dunia UNESCO menetapkan standar hak dasar manusia atas air adalah 60 liter/orang/hari. Kebutuhan air rata-rata di Indonesia untuk penduduk perdesaan adalah 80 liter/orang/hari, sedangkan penduduk perkotaan 150 liter/orang/hari.

Jika sumber air baku memiliki debit 1 liter per detik, artinya setara dengan 1 liter x 24 jam x 60 menit x 60 detik yaitu 86.400 liter per hari. Debit sumber air 1 liter/detik tersebut jika berada di Perdesaan akan mampu memenuhi kebutuhan untuk 1.080 jiwa dan bila berada di Perkotaan mencukupi untuk memenuhi kebutuhan air baku sejumlah 576 jiwa.

Setiap Orang dilarang mengambil air baku di kawasan suaka alam dan kawasan pelestarian alam. Pengecualian bagi





Gambar 21.
Mata Air Di Kawasan
Taman Nasional Gn.
Rinjani/Fathul Rakhman

orang perseorangan untuk pemenuhan kebutuhan pokok sehari-hari yang tidak dimanfaatkan sebagai bentuk usaha. Penggunaan sumber daya air untuk kebutuhan usaha air baku diselenggarakan dengan memperhatikan prinsip tidak mengganggu, tidak mengesampingkan, dan tidak meniadakan hak rakyat atas air dan kelestarian lingkungan hidup. Prioritas utama penggunaan air untuk kegiatan usaha diberikan kepada badan usaha milik negara, badan usaha milik daerah, atau badan usaha milik desa.

Penggunaan sumber daya air untuk kebutuhan usaha kepada pihak swasta dapat dilakukan dengan syarat tertentu dan ketat. Penggunaan sumber daya air untuk kebutuhan usaha dapat diselenggarakan apabila air untuk kebutuhan pokok sehari-hari dan pertanian rakyat telah terpenuhi serta sepanjang ketersediaan air masih mencukupi. Penggunaan sumberdaya air untuk kebutuhan usaha harus memperhatikan fungsi sosial dan lingkungan hidup serta keselamatan kekayaan negara.

Usaha yang membutuhkan bahan air baku yang besar adalah kolam renang. Air baku untuk kolam renang melalui pengolahan atau tanpa pengolahan yang digunakan untuk berenang, rekreasi, atau olahraga air lainnya. Sedangkan air untuk pemandian umum dari air alam tanpa pengolahan terlebih dahulu yang digunakan untuk kegiatan mandi, relaksasi, rekreasi, atau olahraga.**

[6]

REFORMASI KELEMBAGAAN AIR

Reformasi UU Sumber Daya Air

Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air telah beberapa kali dilakukan pengujian di Mahkamah Konstitusi, yaitu Perkara Nomor 058/PUU-111/2004, dan Perkara Nomor 008/PUU-III/2005 tanggal 19 Juli 2005, dan Perkara Nomor 85/PUU-X112013 tanggal 18 Februari 2015. Putusan Mahkamah Konstitusi Nomor 85/PUU-IX/2013 mencabut Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air dan memberlakukan kembali Undang-Undang Nomor 11 Tahun 1974 tentang Pengairan yang pada kenyataannya sudah tidak sesuai dengan kondisi Pengelolaan Sumber Daya Air. Pembatalan UU No. 7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air, dikarenakan dalam pelaksanaannya belum menjamin terwujudnya amanat konstitusi UUD 1945 tentang hak penguasaan negara atas air.

Telah ditetapkan Undang-Undang Nomor 17 tahun 2019 tentang Sumber Daya Air, dan mencabut Kembali Undang-Undang Nomor 11 Tahun 1974 tentang Pengairan. Pada Undang-undang No, 17 tahun 2019 tentang Sumberdaya Air, yang baru masih terdapat banyak kekurangan dan belum dapat mengatur secara menyeluruh mengenai pengelolaan sum-

ber daya air sesuai dengan perkembangan dan kebutuhan hukum masyarakat. Air adalah salah satu kebutuhan dasar manusia yang harus diatur secara seksama dan dikuasai oleh negara seperti pengaturan kebutuhan dasar udara dan tanah.

Pertimbangan lahirnya UU 17 tahun 2019 tentang Sumber Daya Air, bahwa telah terjadi ketidakseimbangan antara ketersediaan air yang cenderung menurun dan kebutuhan air yang semakin meningkat. Sumber daya air perlu dikelola dengan memperhatikan fungsi sosial, lingkungan hidup, dan ekonomi secara selaras untuk mewujudkan sinergi dan keterpaduan antar wilayah, antar sektor, dan antar generasi guna memenuhi kebutuhan rakyat atas air. Air sebagai bagian dari sumber daya air merupakan cabang produksi penting dan menguasai hajat hidup orang banyak harus dikuasai oleh negara untuk dipergunakan bagi sebesar-besar kemakmuran rakyat sesuai dengan amanat Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945.

Terbatasnya ketersediaan Sumber Daya Air pada satu sisi produksi dan terjadinya peningkatan kebutuhan air pada sisi konsumsi, telah menimbulkan persaingan antar pengguna Sumber Daya Air. Hal ini berdampak pada menguatnya nilai ekonomi air dan menimbulkan konflik kepentingan antar sektor, antar wilayah, dan berbagai pihak yang terkait dengan Sumber Daya Air. Perlu pengaturan yang dapat memberikan perlindungan terhadap kepentingan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari dan irigasi pertanian rakyat.

Reformasi kelembagaan air diperlukan untuk menjamin hak masyarakat atas air. Reformasi dapat dilakukan melalui penguatan penguasaan negara terhadap Sumber Daya Air pa-

da level Pemerintah Pusat dan/atau Pemerintah Daerah. Kapitalisasi air oleh swasta harus dibatasi dan diatur secara ketat agar tidak merugikan rakyat. Negara harus memprioritaskan pemenuhan kebutuhan air sehari-hari bagi masyarakat. Perkuatan kewenangan pengaturan air juga harus diberikan kepada pemerintah desa, untuk membantu pemerintah atas nama negara dalam mendorong prakarsa dan partisipasi masyarakat desa dalam Pengelolaan Sumber Daya Air di wilayahnya secara adil dan merata.

Untuk memperkuat peran negara dalam mengelola Sumber Daya Air, maka diperlukan satu institusi tunggal yang mengatur sumberdaya air pada semua sumber air dari hulu ke hilir dan pada udara, daratan dan lautan serta air di dalam bumi. Kementerian Sumber Daya Air adalah wacana lama yang belum bisa dibentuk sampai saat ini, sehingga pengelolaan sumberdaya air oleh negara masih dipartisi pada beberapa kementerian. Partisi pengelolaan air tanah oleh kementerian ESDM, air permukaan oleh kementerian PUPR, air di udara oleh BMKG, air dalam Kawasan hutan oleh KLHK, air irigasi pada petak tersier pada kementerian Pertanian, air tambak dan kolam ikan pada kementerian Kelautan dan Perikanan, dan Sebagian kewenangan pengelolaan sumberdaya air pada pemerintah daerah, menyebabkan pengelolaan air belum dapat terintegrasi secara optimal.

Pada tingkatan kelembagaan teknis, pengelolaan air pada satu Wilayah Sungai dibentuk Balai Wilayah Sungai (BWS) kementerian PUPR yang bersingungan dengan Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BP DAS) kementerian KLHK yang mengatur daerah hulu. Kondisi ini menyebabkan

pengaturan air dan wilayah resapan serta wilayah pengambilan air menjadi tidak terkoordinasi dengan baik.

Dualisme lembaga Dewan Sumber Daya Air yang mengatur air, sesuai PP 42/2008 tentang Pengelolaan SDA yang memiliki keterbatasan di dalam kawasan hutan dan Forum DAS yang mengatur ruang/wadah air tertuang dalam PP 37/2012 tentang Pengelolaan DAS yang terbatas di luar kawasan hutan. Kedua lembaga ad-hoc tersebut juga terkendala pada aktualisasi kegiatan.

Keberadaan Dewan Sumberdaya Air dan Komisi Irigasi di pusat dan daerah juga belum optimal dalam mengelola sumberdaya air secara terpadu karena berupa tim adhoc dengan keterbatasan sumberdaya, anggaran, kewenangan dan masa kerja terbatas.

Air secara alamiah bersifat dinamis dan mengalir dari tempat tinggi ke tempat yang lebih rendah tanpa mengenal batas wilayah administratif. Sehingga Kelembagaan air dengan batas administrasi menjadi kendala dalam pengaturannya. Siklus hidrologi membentuk kondisi cuaca dan iklim suatu wilayah tidak mengenal batas administrasi secara horizontal pada aliran air permukaan di bumi dan secara vertical air dapat menembus batas-batas negara dalam pertukaran awan, oksigen dan carbon serta aliran air tanah.

Pengelolaan Sumber Daya Air harus dilakukan oleh satu Lembaga otonom yang dapat menjangkau air pada semua bentuk cair, padat dan gas serta air pada semua wilayah bumi dari batuan, tanah dan udara dengan berbagai pengaturan peruntukannya. Satu Lembaga otonom pengelola air harus mampu mengoptimalkan manajemen sumberdaya air untuk memenuhi semua kebutuhan air berbagai kehidupan bumi.

Berdasarkan hal tersebut, pengaturan kewenangan dan tanggung jawab Pengelolaah Sumber Daya Air oleh Pemerintah Pusat, pemerintah provinsi, dan pemerintah kabupaten/kota yang saat ini didasarkan pada keberadaan Wilayah sungai hanya melihat air sebagai air permukaan saja. Sedangkan air sebagai air tanah, air laut, air meteorologi, dan bentuk air lainnya belum dianggap sebagai suatu bagian yang terpadu, padahal berasal pada satu siklus hidrologi yang sama dan proses yang runtun.

Untuk mencapai keterpaduan pengelolaan Sumber Daya Air, bukan hanya diperlukan satu Kementerian Sumber Daya Air, tetapi kelembagaan air tersebut harus dilengkapi dengan satu perencanaan pengelolaan sumberdaya air yang terpadu, yang disusun secara bersama oleh para pihak dan membutuhkan satu mata anggaran khusus pengelolaan sumberdaya air yang setara dengan anggaran Energi, Pangan, Pendidikan dan Kesehatan.

Pola pelaksanaan pengelolaan Sumber Daya Air di lapangan harus dilaksanakan oleh hanya satu unit pelaksana teknis pengelolaan sumberdaya air terpadu. Hal ini agar hak pengelolaan air oleh negara dapat terlaksana secara terpadu, menyeluruh dan terintegrasi untuk seluruh sektor pengguna air dari hulu ke hilir.

Kelembagaan tersebut harus memiliki satu Rencana Aksi Pengelolaan Sumber Daya Air jangka pendek, menengah dan panjang. Basis wilayah perencanaan berbasis pulau, bukan daerah aliran sungai dalam pandangan hanya air permukaan. Rencana Pengelolaan Sumber Daya Air pulau merupakan rencana induk pengelolaan siklus air, konservasi, daya rusak, daya energi dan pemanfaatan semua sumber air untuk

berbagai kepentingan pemanfaatan dan penggunaan air untuk berbagai sektor kehidupan.

Semua pengaturan air untuk memenuhi kebutuhan pokok sehari-hari dan pertanian rakyat dan sektor lainnya harus mendapat persetujuan negara dalam satu kelembagaan otonom. Perseorangan, kelompok masyarakat dan swasta harus mendapat persetujuan Lembaga pengelola air untuk memulai mendapatkan hak akses atas air, baik untuk kepentingan pribadi atau usaha. Izin penggunaan Sumber Daya Air untuk kebutuhan bukan usaha sebagai prioritas utama dan untuk kebutuhan usaha bila ada sisa saldo air dengan pertimbangan berbagai aspek dan saran para pihak.

Semua jenis dan bentuk penggunaan dan pengembangan Sumber Daya Air untuk kegiatan usaha harus dilakukan berdasarkan izin penggunaan Sumber Daya Air untuk kebutuhan usaha. Jumlah kuota Air yang ditetapkan dalam izin merupakan volume air maksimum yang dapat diberikan kepada pemegang izin yang tidak bersifat mutlak dan tidak merupakan izin untuk menguasai Sumber Daya Air.

Penggunaan Sumber Daya Air untuk kebutuhan usaha diselenggarakan dengan memperhatikan prinsip :

- 1) Tidak mengganggu, tidak mengesampingkan, dan tidak meniadakan hak rakyat atas Air;
- 2) Pelindungan negara terhadap hak rakyat atas Air;
- 3) Kelestarian lingkungan hidup sebagai salah satu hak asasi manusia;
- 4) Pengawasan dan pengendalian oleh negara atas Air bersifat mutlak;
- 5) Prioritas utama penggunaan Sumber Daya Air untuk kegiatan usaha diberikan kepada badan usaha milik nega-

ra, badan usaha milik daerah, atau badan usaha milik desa; dan

- 6) Pemberian Izin Penggunaan Sumber Daya Air untuk kebutuhan usaha kepada pihak swasta dapat dilakukan dengan syarat tertentu dan ketat setelah prinsip sebagaimana dimaksud dalam huruf a sampai dengan huruf e dipenuhi dan masih terdapat ketersediaan Air.

Penggunaan Sumber Daya Air untuk kebutuhan usaha ditujukan untuk meningkatkan kemanfaatan Sumber Daya Air bagi kesejahteraan rakyat dengan mengutamakan kepentingan umum dan tetap memperhatikan fungsi sosial Sumber Daya Air dan kelestarian lingkungan hidup. Penggunaan Sumber Daya Air untuk kegiatan usaha disusun melalui konsultasi publik dan menggunakan analisis surplus air, salah satunya dengan menghitung jumlah air tawar yang terbuang pada muara sungai.

Penggunaan Sumber Daya Air untuk kegiatan usaha tersebut dapat berupa penggunaan Air untuk kegiatan usaha yang memerlukan Air baku sebagai bahan baku produksi, sebagai salah satu media atau unsur utama dari kegiatan suatu usaha. Beberapa penggunaan sumberdaya air untuk usaha seperti perusahaan daerah air minum, perusahaan air kemasan, pembangkit listrik tenaga Air, olahraga arung jeram, dan sebagai bahan pembantu proses produksi industri, seperti Air untuk sistem pendingin mesin (water cooling system) atau Air untuk pencucian hasil eksplorasi bahan tambang.

Ekonomi Air dan Jasa Lingkungan

Terselenggaranya Pengelolaan Sumber Daya Air secara berkelanjutan, penerima manfaat wajib memberikan imbal ja-

sa air berupa jasa lingkungan Pengelolaan Sumber Daya Air. Prinsipnya, wajib menanggung biaya pengelolaan sumber daya air sesuai dengan manfaat yang diperoleh. Kewajiban itu bersifat sukarela bagi pengguna Air untuk kebutuhan pokok sehari-hari, pertanian rakyat, dan kegiatan selain untuk memenuhi kebutuhan pokok sehari-hari dan pertanian rakyat yang bukan kegiatan usaha sesuai kemampuan ekonomi masyarakat.

Terbatasnya ketersediaan Sumber Daya Air pada sisi produksi dan terjadinya peningkatan kebutuhan Air pada sisi konsumsi menimbulkan nilai ekonomi air semakin tinggi. Persaingan antar pengguna Sumber Daya Air berupa perebutan sumber-sumber air. Potensi konflik kepentingan antar sektor, antar wilayah dan antar pihak dalam penguasaan sumber daya air.

Pengaturan yang dapat memberikan perlindungan terhadap kepentingan masyarakat untuk dapat memenuhi kebutuhan pokok air sehari-hari dan irigasi pertanian rakyat secara gratis atau murah. Nilai ekonomi air untuk kebutuhan pokok sehari-hari dan irigasi pertanian rakyat tidak boleh dilepas dalam sistem air sebagai barang ekonomi yang dapat diperdagangkan secara bebas, sehingga merugikan masyarakat, khususnya bagi masyarakat miskin. Akses air bagi rakyat harus dijamin oleh negara sebagai hak setiap warga negara.

Pengelolaan Sumber Daya Air secara bijaksana dan berkelanjutan harus memperlakukan air yang berbeda dengan air untuk industri dan air untuk usaha lainnya. Penerima manfaat air untuk industri dan usaha, harus dibebani kewajiban jasa pengelolaan Sumber Daya Air sesuai jumlah air yang dikonsumsi agar prinsip penerima manfaat ekonomi atas

air wajib menanggung biaya konservasi untuk kelestarian sumberdaya air yang diperolehnya. Sedangkan kewajiban jasa air bersifat sukarela bagi pengguna Air untuk kebutuhan pokok sehari-hari dan pertanian rakyat atau dan kegiatan selain untuk masyarakat yang bukan berupa kegiatan usaha, khususnya bagi masyarakat kelas menengah dan atas.

Imbal jasa lingkungan atau biaya jasa pengelolaan Sumber Daya Air yang selanjutnya disingkat BJP-SDA adalah biaya yang dikenakan, baik sebagian maupun secara keseluruhan, kepada pengguna Sumber Daya Air yang dipergunakan untuk Pengelolaan Sumber Daya Air secara berkelanjutan. Pengguna Sumber Daya Air tidak dibebani BJPSDA jika menggunakan Sumber Daya Air untuk; a) pemenuhan kebutuhan pokok sehari-hari; b) pertanian rakyat; c) kegiatan selain untuk memenuhi kebutuhan pokok sehari-hari dan pertanian rakyat yang bukan merupakan kegiatan usaha; dan d) kegiatan konstruksi pada Sumber Air yang tidak menggunakan Air.

Kegiatan konservasi Sumber Daya Air adalah kegiatan pokok yang dibiayai dari dana BJP-SDA. Kegiatan konservasi sumber daya air berupa; a) perlindungan dan pelestarian Sumber Air; b) pengawetan air; c) pengelolaan kualitas air; dan d) pengendalian pencemaran air. Anggaran konservasi sumberdaya air termasuk untuk konservasi air permukaan dan air tanah, yang besarnya harus konsisten dengan potensi dan debit air yang telah dimanfaatkan. Prinsip siapa yang mengambil air, dia yang melakukan konservasi sesuai besaran manfaat yang telah diambil.

Air sebagai barang publik yang penting dan bernilai tinggi harus dikelola dengan baik untuk kesejahteraan bersama.

Air dikelola dalam bentuk kepemilikan bersama yakni sumberdaya air dikelola secara kolektif, bukan untuk dijual atau diperdagangkan guna memperoleh keuntungan. Pemerintah menunjuk suatu badan usaha yang menangani masalah penyediaan air bersih, yakni dalam bentuk Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) untuk memenuhi kebutuhan pokok sehari-hari dan Unit Pelaksana Teknis Irigasi untuk pelayanan irigasi rakyat. Kedua fungsi pelayanan ini bersifat non-profit, namun nyatanya sebagian PDAM memiliki rasio keuntungan seperti layaknya bisnis perdagangan barang bebas.

Seiring peningkatan jumlah penduduk dan pembangunan berbagai sektor ekonomi, kebutuhan terhadap air bersih pun turut mengalami peningkatan. Sementara stok air yang tersedia tidak bertambah, justru memiliki debit yang menurun. Dampaknya terjadi deficit produksi air dan memaksa kualitas air yang tidak memenuhi baku mutu digunakan tanpa pengolahan yang optimal. PDAM lebih banyak memilih sumber mata air dan air tanah pada sumur bor yang dapat langsung didistribusikan tanpa harus melalui proses pengolahan, sehingga memiliki biaya produksi yang murah.

Debit air tanah terbatas, pada sisi lain air permukaan harus melalui proses pengolahan sebelum didistribusikan sebagai air bersih. Perbedaan biaya pengolahan air tanah dan air permukaan, menyebabkan perbedaan biaya produksi, namun dalam perhitungan nilai jual air bersih menggunakan standar harga yang sama menjadi masalah tersendiri.

Kualitas air permukaan dan air tanah sepanjang tahun mengalami fluktuasi, pada musim hujan jumlah sedimen (TDS dan TSS) pada sumber air baku lebih tinggi dibandingkan saat musim kemarau. Pada musim kemarau jumlah zat

pencemar pupuk, pestisida dan pencemar lain lebih tinggi persatuan volume air. Kondisi ini menyebabkan biaya produksi air bersih bersifat dinamis.

PDAM di bawah pendelegasian pemerintah daerah dihadapkan pada dua fungsi yakni fungsi ekonomi dan fungsi sosial, yang kedua fungsi tersebut bersifat kontradiktif. Pada dimensi ekonomi PDAM dituntut untuk dapat menghasilkan keuntungan maksimal untuk pengembangan PDAM dan juga penting sebagai sumber Pendapatan Asli Daerah (PAD). Sedangkan pada dimensi social, PDAM harus menjalankan fungsi pelayanan publik yang mengharuskan perusahaan untuk dapat memenuhi kebutuhan pokok berupa hak masyarakat berupa air bersih yang murah.

Ekonomi air pada air PDAM harus memiliki 2 harga, yaitu harga air sebagai pelayanan dasar dan harga ekonomi untuk komersil dan bisnis. Harga air sebagai barang pelayanan dasar untuk kebutuhan pokok masyarakat harus dibebankan kepada masyarakat maksimal sama dengan biaya produksi atau kurang dari itu. Harga air minum bagi masyarakat miskin idealnya menggunakan mekanisme subsidi silang dari konsumen bisnis/industri atau melalui subsidi anggaran negara/daerah. Sedangkan harga air PDAM sebagai barang ekonomi untuk komersil, bisnis, usaha atau industri harus melebihi biaya produksi, termasuk penambahan komponen kewajiban biaya jasa lingkungan air (BPJ-SDA) untuk kegiatan konservasi dan subsidi silang untuk masyarakat miskin.

Pemerintah harus dapat mendorong PDAM agar menetapkan tarif harga air yang terjangkau bagi masyarakat melalui dua skenario. Skenario pertama untuk masyarakat miskin, tarif harga gratis bagi masyarakat miskin. Hal ini pen-

ting agar komponen biaya air dapat nol dalam perhitungan besaran garis kemiskinan. Sedangkan skenario kedua bagi masyarakat di atas garis kemiskinan harus memiliki beberapa tarif mulai dari tarif murah hingga tertinggi dengan mempertimbangkan standar biaya produksi. Menjadi perdebatan adalah apakah orang kaya dalam memenuhi kebutuhan pokok sehari-hari menggunakan tarif harga setara biaya produksi atau diperlakukan sama dengan tarif air komersil? Berdasarkan UUD 1945, air adalah hak setiap warga negara tanpa kecuali, maka harga air bagi masyarakat kaya apakah maksimal sama dengan biaya produksi?.

Tarif progresif boleh diterapkan pada air minum untuk kebutuhan pokok sehari-hari sepanjang tidak melebihi batas biaya produksi dan biaya BPJ-SDA. Bila tarif progresif PDAM diterapkan melebihi biaya produksi, maka hal ini mengindikasikan air sudah diperdagangkan sebagai hak berbayar untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Pengelompokan tarif progresif seyogyanya hanya pada kelompok komersil untuk usaha, sehingga terbangun budaya hemat air dalam produksi setiap usaha. Tarif progresif juga untuk beban jasa lingkungan atau BPJ-SDA untuk konservasi bagi usaha yang melakukan eksploitasi sumberdaya air secara berlebihan.

Analisis nilai ekonomi air setiap tempat, setiap periode waktu dan setiap konsumen harus didesain berbeda. Penetapan biaya produksi air harus melalui konsultasi public yang terbuka untuk umum agar tercipta transparansi dalam pelayanan air bersih sebagai suatu hak asasi. Para pihak, penyedia air bersih bersama pemerintah menetapkan besaran nilai produksi air bersih sebagai dasar penetapan tarif subsidi dan tarif komersil air bersih. Pada penetapan tarif subsidi, maka

sumber subsidi harus dipastikan besaran nilai subsisidi si-
lang dari pelanggan komersil dan subsisidi pemerintah dalam
bentuk dana tunai atau dalam bentuk bantuan pembangun-
an/pemeliharaan infrastruktur produksi air.

Market clearing atau kondisi harga air tanpa adanya in-
tervensi pemerintah dengan harga pasar bebas, menyebabkan
pergeseran air bukan lagi sebagai barang public tetapi telah
nyata menjelma sebagai barang ekonomi. Harga *market clear-
ing* hanya dapat diterapkan bagi pelanggan komersil, namun
tentu harus melalui keterbukaan dan penyepakatan bersama
(tawar menawar), agar nyata besaran nilai produksi air dan
nilai jasa lingkungan yang dapat digunakan untuk tujuan
konservasi sumberdaya air untuk kelestarian sumberdaya
air.

Nilai jasa lingkungan air (BJP-SDA) harus dapat ber-
fungsi sebagai katalis kerjasama lintas wilayah hulu-hilir
yang saling menguntungkan bagi pengembangan ekonomi wi-
layah masing-masing. Penyedia jasa lingkungan pada wilayah
hulu memiliki kewajiban menjaga keberlanjutan penyediaan
air bagi wilayah hilir. Oleh karena itu wilayah hilir, khusus-
nya pelanggan air yang komersil harus diberikan kewajiban
membayar jasa lingkungan untuk konservasi air pada daerah
resapan air permukaan dan re-charge air tanah. Dana terse-
but termasuk didalamnya untuk pemberdayaan ekonomi ma-
syarakat sekitar sumber-sumber air.

Prinsip keseimbangan hak dan kewajiban antar wilayah
dalam pengelolaan sumberdaya air penting dilakukan untuk
mengurangi kesenjangan pembangunan ekonomi hulu-hilir.
Masyarakat sekitar sumber air harus mendapat dampak posi-
tif dari pemanfaatan air seirama dengan nilai ekonomi air

yang telah diambil masyarakat hilir. Diperlukan perhitungan nilai air yang telah diambil, sebagai dasar nilai kontribusi *sharing* biaya konservasi sumber-sumber air, termasuk biaya pembangunan infrastruktur dan pemberdayaan ekonomi masyarakat pada kawasan hulu.

Analisis nilai produksi air dan nilai kontribusi jasa lingkungan (BPJ-SDA) akan menentukan harga air yang berkeadilan. Pilihannya apakah nilai kontribusi jasa lingkungan sebagai bagian dari biaya produksi atau diluar biaya produksi, akan menentukan apakah setiap warga negara yang menerima manfaat air wajib berkontribusi untuk konservasi air atautkah kontribusi jasa lingkungan dikecualikan bagi masyarakat umum atau hanya dikecualikan bagi masyarakat miskin.

Nilai jasa lingkungan air harus mengacu pada kebutuhan ideal biaya konservasi air dan pemberdayaan masyarakat sekitar sumber-sumber air. Dana kompensasi jasa lingkungan yang terkumpul minimal harus mampu merehabilitasi semua lahan hutan kritis di kawasan *catchment area* air permukaan dan kawasan re-charge air tanah. Standar biaya konservasi per-hektar dan biaya pemberdayaan masyarakat per orang setiap lokasi berbeda, sehingga harus disepakati dalam sebuah konsultasi public yang terbuka untuk umum dan transparan.

Untuk mendukung kelestarian sumber air, diperlukan upaya terencana yang berkelanjutan untuk konservasi sumber air agar debitnya tidak menurun, bahkan diharapkan meningkat. Biaya konservasi air ini bila dibebankan hanya pada keuangan negara dan daerah menjadi tidak adil. Pengguna

air harus berkontribusi terhadap upaya pelestarian sumber air melalui tarif jasa lingkungan untuk air.

Faktor-faktor yang dapat memengaruhi ketersediaan air dalam suatu daerah yaitu iklim, kondisi geologi, pencemaran, infrastruktur, upaya konservasi dan kemiskinan. Pada skema jasa lingkungan, kemiskinan menjadi faktor pembatas pembayaran jasa lingkungan untuk konservasi air. Untuk itu diperlukan skema subsidi silang oleh pemerintah dan swasta sehingga masyarakat miskin tidak dikenakan biaya air, bahkan dibebaskan dari biaya jasa lingkungan. Namun hal ini akan menyebabkan konsumsi air oleh pemerintah dan swasta akan membayar lebih mahal dari harga normal.

Jasa lingkungan air yang melekat pada air harus ada untuk kebutuhan konservasi sumber air. Menurut Sutopo, M.F., dkk., (2011) kesediaan membayar jasa lingkungan di DAS Cisadane Hulu kepada masyarakat hulu oleh masyarakat pelanggan PDAM (hilir) berupa kesediaan membayar (WTP) untuk jasa lingkungan dengan rata-rata Rp 538,65 per m³ sebagai pembayaran atau imbalan atas jasa lingkungan kepada masyarakat (hulu). Potensi pendapatan Pemerintah Daerah dari jasa lingkungan untuk mendanai konservasi sebesar Rp106,94 miliar per-tahun, namun dalam kondisi saat ini pemerintah hanya mendapatkan Rp20,57 miliar per tahun, sehingga hanya mencapai 19,24%.

Potensi jasa lingkungan harus terus dikampanyekan secara massif untuk penggalangan dana konservasi air yang sangat terbatas dari pemerintah. Perlu segera dibentuk Komisi Nasional Jasa Lingkungan Sumber Daya Air (KOMNAS JL-SDA) yang bersifat adhoc, karena bencana hidrometeorologi memiliki frekuensi kejadian yang terus meningkat dan

bersifat darurat. Penggalangan jasa lingkungan dilakukan dari para pihak yang menggunakan sumberdaya air secara wajib dan pihak lain tertentu secara sukarela.

Pengumpulan dan pengembangan dana jasa lingkungan untuk konservasi air agar segera terkumpul dana abadi yang akan terus berkembang untuk mengimbangi kerusakan sumber daya air yang semakin parah. Potensi sumber jasa lingkungan yang utama adalah dana CSR yang sejatinya adalah komitmen perusahaan untuk lingkungan dan masyarakat. CSR untuk lingkungan hidup selama ini dilakukan parsial, tidak terencana dan tidak berkelanjutan dari penanaman sampai pemeliharaan.

Terkait kebutuhan dana konservasi kawasan *catchment area* dan *re-charge area*, maka penting dikembangkan beberapa model alternatif setiap ekosistem yang harus dievaluasi setiap tahun untuk mewujudkan efisiensi dan efektifitas dalam konservasi sumberdaya air. Neraca alokasi air untuk kebutuhan pokok sehari-hari dan irigasi rakyat dengan alokasi sisa air untuk komersil akan menentukan besaran jasa lingkungan. Pada kondisi sisa saldo air besar untuk komersil akan menyebabkan potensi jasa lingkungan besar. Namun pada kondisi tidak memungkinkan diperoleh jasa lingkungan karena saldo air terbatas dan hanya mampu memenuhi kebutuhan pokok sehari-hari dan irigasi rakyat, maka diperlukan subsidi silang jasa lingkungan antar wilayah dan antar pulau oleh KOMNAS JL-SDA.

Konflik Sosial Air dan Partisipasi Para Pihak

Masyarakat adat adalah masyarakat hukum adat dan/atau masyarakat tradisional yang hidup secara turun-te-

murun di wilayah geogralis tertentu dan diikat oleh identitas budaya, hubungan yang kuat dengan tanah, serta wilayah dan sumber daya alam di wilayah adatnya. Masyarakat adat sekitar sumber-sumber air memiliki rasa penguasaan yang tinggi terhadap kepemilikan sumber air, baik sumber air berada pada hutan negara, hutan adat maupun pada lahan hak milik.

Potensi komplik pengelolaan, perlindungan dan pelestarian Sumber Air pada masyarakat adat sekitar sumber-sumber air memengaruhi kelestarian sumber air melalui pola budaya adat. Masyarakat dapat berperan positif atau negative terhadap kelestarian lingkungan dan sumber-aumber air. Secara alamiah, masyarakat umumnya memiliki kearifan local yang positif dalam menjaga sumber-sumber air, karena air bagi mereka adalah elemen dasar yang penting bagi berbagai aktifitas kehidupan dan acara ritual adat mereka.

Negara memberikan hak khusus kepada masyarakat sekitar sumber air, berupa hak untuk :

- 1) Memperoleh akses untuk memanfaatkan Sumber Daya Air;
- 2) Menggunakan air bagi pemenuhan kebutuhan pokok minimal sehari-hari, pertanian rakyat, dan kegiatan bukan usaha;
- 3) Memperoleh manfaat atas Pengelolaan Sumber Daya Air;
- 4) Memperoleh penggantian yang layak atas kerugian yang dialaminya sebagai akibat pelaksanaan Pengelolaan Sumber Daya Air;
- 5) Memperoleh informasi yang berkaitan dengan Pengelolaan Sumber Daya Air;

- 6) Menyatakan pendapat terhadap Rencana Pengelolaan Sumber Daya Air yang sudah diumumkan dalam jangka waktu tertentu sesuai dengan kondisi setempat;
- 7) Mengajukan laporan dan pengaduan kepada pihak yang berwenang atas kerugian yang menimpa dirinya yang berkaitan dengan penyelenggaraan Pengelolaan Sumber Daya Air.

Selain dibebani hak, negara juga memberikan kewajiban kepada masyarakat sekitar sumber-sumber air untuk :

- 1) Melindungi dan memelihara kelangsungan fungsi sumber daya air;
- 2) Melindungi dan mengamankan Prasarana Sumber Daya Air;
- 3) Melakukan usaha penghematan dalam penggunaan Air;
- 4) Melakukan usaha pengendalian dan pencegahan terjadinya pencemaran Air;
- 5) Melakukan perbaikan kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh kegiatan yang ditimbulkan;
- 6) Memberikan akses untuk penggunaan Sumber Daya Air dari Sumber Air yang berada di tanah yang dikuasainya bagi masyarakat;
- 7) Memberikan kesempatan kepada pengguna Air lain untuk mengalirkan Air melalui tanah yang dikuasainya;
- 8) Memperhatikan kepentingan umum dan;
- 9) Melaksanakan kewajiban lain.

Pengelolaan Sumber Daya Air yang melibatkan kepentingan banyak pihak dalam satu DAS, sering kali tidak sejalan dan menimbulkan potensi konflik dengan masyarakat adat sekitar sumber-sumber air. Diperlukan kebijaksanaan dan kearifan dalam komunikasi dan mengintegrasikan kepentingan

antar sektor dan antar wilayah dengan masyarakat adat sekitar sumber-sumber air pada pemanfaatan, pembangunan dan Pengelolaan Sumber Daya Air secara berkeadilan.

Kebutuhan air setiap waktu terus meningkat akibat peningkatan jumlah penduduk sekitar sumber-sumber air (hulu) dan penduduk pada kawasan tengah dan hilir. Ragam kebutuhan air menuntut jumlah debit yang akan diambil masyarakat hilir semakin banyak, baik untuk rumah tangga, industri, irigasi, energi, rekreasi, dan berbagai aspek kehidupan lainnya. Setiap perubahan dan pergeseran neraca alokasi dan distribusi air antar-sektor dan antar-wilayah kemudian menimbulkan potensi konflik antara masyarakat adat sekitar sumber-sumber air dengan masyarakat hilir, korporasi dan pemerintah.

Peningkatan kebutuhan pasokan air dan tingkat ketidakpastian debit pada musim kemarau, menyebabkan masyarakat adat sekitar sumber-sumber air semakin resisten mempertahankan sumber-sumber air untuk memenuhi kebutuhan pokok sehari-hari mereka dan cadangan air pada musim kemarau mereka. Konflik akan diperparah apabila nilai manfaat yang diterima oleh masyarakat adat sekitar sumber-sumber air tidak sebanding dengan nilai manfaat yang telah diterima oleh produksi irigasi masyarakat hilir, ekonomi perkotaan dan keuntungan korporasi dari pemanfaatan air yang sangat besar. Ketimpangan hulu-hilir pada kesejahteraan masyarakat, perbedaan kemantapan infrastruktur, siklus ekonomi dan pembangunan sumberdaya manusia menyebabkan ketimpangan social yang memperuncing kompleks sumber daya air.

Antar kelompok tani hulu-hilir saling memerebutkan sumberdaya air yang terbatas untuk irigasi pertanian, khususnya pada musim kemarau. Komplik juga terjadi dalam alokasi jumlah debit pembagian air irigasi per pintu air, jumlah hari on dan jumlah hari off jadwal air irigasi, serta jadwal distribusi per musim tanam dan pembatasan luas tanam dan jenis tanaman yang diperkenankan. Petani hulu umumnya lebih boros air, melanggar pola tanam yang telah disepakati, dan jadwal tanam yang telah ditentukan untuk mengejar harga tinggi komoditas pertanian tertentu pada suatu waktu.

Konflik masyarakat adat dengan korporasi, muncul karena privatisasi menyebabkan akses masyarakat semakin terbatas terhadap sumber air yang selama ini mereka kuasai secara turun temurun sebagai sumber kehidupan. Pemberian izin kepada pihak korporasi tanpa proses konsultasi public menyebabkan ruang saran pendapat masyarakat sekitar sumber-sumber air menjadi terabaikan. Pembukaan ruang diskusi pada suatu konsultasi public selalu menghadirkan adanya pihak-pihak yang kurang atau tidak setuju. Aklamasi untuk persetujuan privatisasi air amat sulit dicapai dengan sumberdaya air yang semakin terbatas.

Peraturan yang mengatur tentang petunjuk pelaksanaan pemberian izin hak guna usaha air masih sulit dilakukan. *Law Inforcement* dalam perlindungan sumberdaya air masih lemah. Sosialisasi peraturan tentang hak dan kewajiban masyarakat adat dalam perlindungan sumber-sumber air masih terbatas. Kelembagaan pengelolaan sumber-sumber air pada tingkat lokal di lapangan juga sangat terbatas dari segi peraturan, anggaran, sarana prasana, sumberdaya manusia dan anggaran. Pengelolaan sumber-sumber air oleh masyarakat

adat/lokal masih bersifat tradisional dan sebagian tanpa aturan tertulis. Peran pemerintah desa dalam pengelolaan sumber-sumber air juga masih terbatas.

Peran dewan sumber daya air dan Komite Irigasi di daerah dalam pengelolaan komplik sumber daya air juga masih terbatas. Sebagian daerah memiliki kelembagaan yang tidak atau kurang aktif karena keterbatasan alokasi anggaran. Lembaga adat desa atau Lembaga adat daerah memiliki legitimasi yang kurang kuat dalam pengelolaan komplik sumber daya air lokal.

Perilaku masyarakat sekitar sumber-sumber air terhadap kelestarian sarana dan prasarana air kurang memiliki *sense of belonging*. Masyarakat hulu melihat infrastruktur di wilayah mereka adalah milik negara untuk masyarakat hilir dan merasa hanya mendapatkan nilai manfaat rendah untuk mereka. Sedangkan perilaku petani/pengusaha hilir sering kurang peduli dengan kondisi sumber air, boros dalam pemakaian air dan memiliki kontribusi yang rendah dalam pembayaran jasa lingkungan.

Faktor penyebab konflik lainnya adalah sumber air dikomersialisasi oleh korporasi. Petani mengalami kesulitan untuk mendapatkan air untuk mengairi sawah. Upaya pemerintah untuk resolusi konflik sudah dilakukan, melalui pendekatan negosiasi, mediasi, konsiliasi, dan arbitrase. Keempat pendekatan itu sudah dilakukan oleh pemerintah untuk menangani konflik tersebut dengan melibatkan Lembaga Ombudsman di daerah. Namun komplik pemanfaatan air semakin marak diberbagai daerah.





Gambar 22.
Warga Pulau Kecil Membeli
Air Tangki/Fathul Rakhman

Sistem irigasi yang ada di Indonesia umumnya bersumber dari air sungai maupun sumber-sumber mata air. Kualitas air sungai dan mata air yang baik menjadi sumber konflik baru saat ini. Pencemaran sumber air oleh berbagai aktifitas pembangunan, khususnya limbah industri dan sampah domestik menambah kerumitan kompleks kuantitas dan distribusi air. Tercemarnya sumber-sumber air baku untuk memenuhi kebutuhan pokok air minum sehari-hari dan air irigasi menambah panjang masalah dalam pengelolaan sumber daya air.

Penambahan jumlah korporasi yang melakukan usaha air minum kemasan dengan mengambil air permukaan, mata air dan membangun sumur bor menimbulkan akses air minum dan irigasi rakyat penduduk semakin terbatas. Kebebasan berusaha yang dijamin dalam Undang-Undang No. 11 Tahun 2020 tentang cipta kerja. Keseimbangan antara hak air bagi setiap warga negara dalam UUD 1945 dan hak berusaha yang dapat di akses secara on line dan dijamin UU Omnibus Law menjadi sumber konflik baru saat ini.

Konflik berbasis sumberdaya alam pada pengelolaan sumberdaya air bersifat khas dan unik setiap lokasi. Perbedaan kondisi geografis, pengetahuan komunitas adat, dan kondisi neraca air masing-masing daerah berbeda-beda. Tingkat kelangkaan sumberdaya air tawar di suatu Kawasan akan menyebabkan tingkat kerawanan konflik. Nilai-nilai sosial budaya masyarakat sekitar sumberdaya air akan menentukan solusi dalam mediasi konflik air.

Konflik air bukan saja dipengaruhi murni akibat limit sumberdaya air, namun permasalahan aksesibilitas yang menyebabkan terjadinya kekeringan di beberapa wilayah. Keti-

dakadilkan akses terhadap sumber daya air menimbulkan konflik antar masyarakat. Kelangkaan air mendorong migrasi penduduk dari wilayah langka air ke surplus air. Faktor nilai-nilai budaya dan kearifan lokal dapat meredam konflik atas air.

Teori Homer-Dixon dan Gleick yang menyatakan bahwa kelangkaan sumber daya alam/air menimbulkan konflik, namun hal tersebut terdapat pengecualian misalnya di Kabupaten Timor Tengah Selatan (Jocom, H., dkk., 2016).

Sebuah Renungan Air

Menutup pembahasan buku ini, penulis mengajak pembaca untuk merenungkan hakikat penciptaan manusia, malaikat dan 4 jenis air sungai di surga. Hal ini untuk kita kaitkan dengan perenungan teknik atau teknologi pengelolaan 4 (empat) jenis sumberdaya air di bumi, yaitu; 1) air hujan; 2) air permukaan; 3) air tanah (mata air dan air sumur bor); dan 4) air laut. Beberapa firman Allah SWT dalam Al-Qur'an yang menjadi renungan kita seperti pada tabel sebagai berikut:

Tabel 7. Sebuah Renungan Manusia, Malaikat dan Empat Air Surga

No	Alquran	Terjemahan
1	<p>خُفَّتُمْ أَلَّا تَقْسِطُوا وَإِنَّ فِي الْيَتِيمِ فَأَنْكِحُوا مَا طَابَ لَكُمْ مِنَ النِّسَاءِ مُنْتَهَىٰ وَتَلَّتْ وَرُبِعًا ۖ فَإِنْ خُفَّتُمْ أَلَّا تَعْدِلُوا فَوَاحِدَةً أَوْ مَا مَلَكَتْ أَيْمَانُكُمْ ذَٰلِكَ آدَبُ أَلَّا تَعُولُوا ۗ</p>	<p>Jika kamu khawatir tidak akan mampu berlaku adil terhadap (hak-hak) perempuan yatim (bilamana kamu menikahinya), nikahilah perempuan (lain) yang kamu senangi: dua, tiga, atau empat. Akan tetapi, jika kamu khawatir tidak akan mampu</p>

		<p>berlaku adil, (nikahilah) seorang saja atau hamba sahaya perempuan yang kamu miliki. Yang demikian itu lebih dekat untuk tidak berbuat zalim. (Surah An Nisa 4, ayat 3).</p>
2	<p>لَحْمَدُ لِلَّهِ فَاطِرِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ جَاعِلِ الْمَلَائِكَةِ رُسُلًا أُولِي أُنْحَاةٍ مَّنْثَىٰ وَثَلَاثَ رُزُوعٍ يَزِيدُ فِي الْخَلْقِ مَا يَشَاءُ إِنَّ اللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ</p>	<p>Segala puji bagi Allah, Pencipta langit dan bumi yang menjadikan malaikat sebagai utusan-utusan (untuk mengurus berbagai macam urusan) yang mempunyai sayap. Masing-masing (ada yang): dua, tiga, dan empat. Dia menambahkan pada ciptaan-Nya apa yang Dia kehendaki. Sesungguhnya Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu. (Surah Al Fatir 35, ayat 1).</p>
3.	<p>مِثْلَ الْجَنَّةِ الَّتِي وَعَدَ الْمُتَّقُونَ فِيهَا أَنْهَرٌ مِنْ مَّاءٍ غَيْرِ آسِنٍ وَأَنْهَرٌ مِنْ لَبَنٍ لَّمْ يَتَغَيَّرْ طَعْمُهُ وَأَنْهَرٌ مِنْ خَمْرٍ لَّذَّةٍ لِلشَّرِيبِينَ وَأَنْهَرٌ مِنْ عَسَلٍ مُصَفًّى وَلَهُمْ فِيهَا مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ وَمَغْفِرَةٌ مِنْ رَبِّهِمْ ۗ كَمَنْ هُوَ خَالِدٌ فِي النَّارِ وَسُقُوا مَاءً حَمِيمًا فَقَطَّعَ أَمْعَاءَهُمْ</p>	<p>Perumpamaan surga yang dijanjikan kepada orang-orang yang bertakwa (adalah bahwa) di dalamnya ada sungai-sungai yang (1) airnya tidak payau, (2) sungai-sungai air susu yang rasanya tidak berubah, (3) sungai-sungai khamar yang lezat bagi peminumnya, dan (4) sungai-sungai madu yang murni. Di dalamnya mereka memperoleh segala macam buah dan ampunan dari Tuhan mereka. (Apakah orang yang memperoleh kenikmatan</p>

		surga) sama dengan orang yang kekal dalam neraka dan diberi minuman dengan air yang mendidih sehingga usus mereka terpotong-potong? (Surah Muhammad 47, ayat 15)
--	--	--

Terima Kasih. **



Gambar 23.
Muara/Fathul Rakhman

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, S.R., dkk., 2021. Analisis Kesuburan Perairan di Daerah Keramba Jaring Apung Berdasarkan Kandungan Unsur Hara (Nitrat dan Fosfat) di Waduk Ir. H. Djuanda, Jatiluhur Purwakarta. *Jurnal Kartika Kimia* Vol. 4. No. 2 Tahun 2021. <http://jkk.unjani.ac.id/index.php/jkk/article/view/90>
- Asdak, C., 2023. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Azmeri, 2020. Erosi, Sedimentasi dan Pengelolaannya. Syiah Kuala University Press, Aceh.
- Dokumen Evaluasi Lingkungan Hidup., 2019. Kegiatan Jasa Pengolahan Air Laut Menjadi Air Tawar dengan Teknologi SWRO dan Pendistribusiannya, PT. Berkat Air Laut, Kabupaten Lombok Utara Provinsi NTB
- Hatmoko, W., 2021. Pengantar Perencanaan dan Pengerasian Waduk. Penerbit Deepublish, Yogyakarta.
- Jocom, H., dkk., 2016. Air dan Konflik, Studi Kasus Kabupaten Timor Tengah Selatan. *Jurnal Ilmu Lingkungan* Vol. 14 No. 1 Tahun 2016.
- Machdar, I., 2018. Pengantar Pengendalian Pencemaran (Pencemaran Air, Udara dan Kebisingan). Penerbit Deepublish, Yogyakarta.
- Maryono, A., 2014. Menangani Banjir, Kekeringan dan Lingkungan. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Musayyar, M.S.A., 2009. Buku Pintar Alam Gaib. Penerbit Zaman, Jakarta.
- Paulus, J.J.H., dkk., 2020. Buku Ajar Pencemaran Laut. Penerbit Deepublish, Yogyakarta.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 27 tahun 2021, tentang Indeks Kualitas Lingkungan Hidup. https://jdih.menlhk.go.id/new/uploads/files/2021pmlhk027_menlhk_12312021144624.pdf

- Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
<https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/161852/pp-no-22-tahun-2021>
- Purnama, S., 2019. Air Tanah dan Instruksi Air Laut. Penerbit PT. Kanisius, Yogyakarta.
- Purnomo, C.H., 2023. Solusi Pengelolaan Sampah Kota. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Rosyida, A., 2019. Analisis Perbandingan Dampak Kejadian Bencana Hidrometeorologi dan Geologi di Indonesia Dilihat Dari Jumlah Korban (Studi: Data Kejadian Bencana Indonesia 2018). Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana. Vol. 10 N0. 1 Tahun 2019.
<https://perpustakaan.bnpb.go.id/jurnal/index.php/JD/PB/article/view/127>
- Siburian, S., 2020. Pencemaran Udara dan Emisi Gas Rumah Kaca. Penerbit Kreasi Cendekia Pustaka, Jakarta.
- Soenarjo, R.H.A., dkk., 1971. Al Quran dan Terjemahannya. Yayasan Penyenggara Penterjemah/Pentafsir Al-qur'an, Jakarta – Kompleks Percetakan Al Quran Al Karim Raja Fahd, Al Madinah Kerajaan Arab Saudi.
- Sutopo, M.F., dkk., 2011. Analisis Kesiediaan Membayar Jasa Lingkungan dalam Pengelolaan Sumbledaya Air Minum Terpadu di Indonesia, Study Kasus DAS Cisadane Hulu. Jurnal Teknologi Lingkungan Vol. 12 No. 1 Tahun 2011.
<https://ejurnal.bppt.go.id/index.php/JTL/article/view/1258>
- Undang-undang Nomor 16 Tahun 2016. Tentang Pengesahan Paris Agreement to The United Nations Framework Convention On Climate Change (Persetujuan Paris Atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa mengenai Perubahan Iklim).
<https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/37573/uu-no-16-tahun-2016>
- Undang-undang Nomor 17 tahun 2019. Tentang Sumber Daya Air.
https://jdih.esdm.go.id/storage/document/UU_Nomor_17_Tahun_2019.pdf
- Wirosoedarmo, R., 2019. Teknik Irigasi Permukaan. Universitas Brawijaya Press, Malang.
- Zainun, Z., dkk., 2012. Analisis Total Coliform, Faecal Coliform, Eischeria Coli dan Salmonella di Daerah Aliran

Sungai Citarum. Buletin Teknik Litkayasa Akua-
kultur Vol. 10 No. 1 Tahun 2012.
[http://ejournalbalitbang.kkp.go.id/index.php/btla/artic
le/view/2708](http://ejournalbalitbang.kkp.go.id/index.php/btla/article/view/2708)

BIOGRAFI PENULIS

Dr. H. Ahmad Fathoni, SP., MT., C.EIA. (NIDN. 00

020276 09) sejak 2022 sebagai Dosen ASN DPK LLDikti Wilayah VIII di Universitas Muhammadiyah Mataram pada program S1 Teknik Pertanian. Penulis mengenyam pendidikan S-1 jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian dan Kehutanan



Universitas Hasanuddin (Unhas), Ujung Pandang (1993-1997).

Pada Tahun 2002-2004, Penulis melanjutkan S-2 minat *Teknik Geologi Pertambangan (MGP) Universitas Gadjah Mada (UGM), Yogyakarta*, dan tahun 2007-2012 melanjutkan S-3 program ilmu pertanian Universitas Hasanuddin (Unhas), Makassar.

Sebelum menjadi Dosen penulis sejak 1999-2013 adalah PNS pada Pemerintah Kabupaten Lombok Tengah dengan jabatan terakhir Kepala Seksi Pembangunan Irigasi dan Ke-

pala Seksi Geologi pada Dinas PU ESDM. Pada 2013-2022 pindah sebagai PNS pada Pemerintah Provinsi NTB dengan

jabatan terakhir kepala UPTD TPA Regional dan Kepala Bidang Penataan Lingkungan Hidup pada Dinas LHK Provinsi NTB. Penulis pernah diklat auditor lingkungan, diklat KLHS dan kursus penyusun AMDAL B yang dilanjutkan dengan sertifikasi sebagai Ketua Tim Penyusun (KTPA) sejak 2010 sampai saat ini dan telah Menyusun AMDAL di Provinsi Maluku Utara, se-Pulau Sulawesi dan Provinsi NTB.

Selama menjadi mahasiswa pernah sebagai ; 1994 Ketua I IMA NTB Unhas, 1995 siswa SAR Unhas , 1995 Sekretaris Umum Komisariat HMI Fakultas, 1996 pendiri PLAT Unhas, 1996 Ketua MPA HIMTI Unhas, dan 1997 Ketua Mapperwa Fakultas. Saat ini sebagai Ketua BPD Desa Pengadang 2018-2024. Ketua Umum IKA Unhas Wilayah NTB periode 2020-2024 dan Ketua Masyarakat Petani dan Pertanian Organik Indonesia (MAPORINA) Kabupaten Lombok Tengah Periode 2023-2028.



Suhairin, SP., M.Si lahir di Bima Nusa Tenggara Barat tepatnya di Desa Rato pada tanggal, 07 Januari 1981 merupakan putra dari Ibu St. Fatimah dan Bapak M. Amin Arsyad. Penulis menamatkan Sekolah Dasar pada tahun 1993, Sekolah Menengah Pertama tahun 1996 dan Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Bolo Kabupaten Bima pada tahun 1999, kemudian penulis melanjutkan studi pada Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin (Unhas) Makassar dan tamat tahun 2006.

Semasa kuliah di Universitas Hasanuddin Makassar, penulis aktif di beberapa kegiatan kemahasiswaan antara lain: Unit Fotografi dan Tim SAR Unhas, selain itu penulis juga pernah menjadi sekretaris Komunitas Mahasiswa Bima, tim survei kesesuaian lahan untuk tanaman perkebunan dan kehutanan di Sulawesi Barat dan Kolaka Utara. Sebelum menjadi dosen pernah berkecimpung di dunia konsultan berupa *Communication Development* pada program Nasional Pemberdayaan Masyarakat Perkotaan (PNMPM Mandiri) pada tahun 2009 s.d 20011. Dosen Program Studi Agribisnis fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Gorontalo mulai 2010 sampai 2015, kemudian pindah home base ke program studi Teknik Pertanian fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram pada tahun 2016 sampai sekarang. Selain itu pernah menjadi ketua GKMF (Gugus Kendali Mutu FKIP) tahun 2019 s.d 2024, menjadi sekretaris program studi teknik pertanian tahun 2020 s.d 2024.



Hj. Ida Wahyuni, SP., M.Si.

lahir pada 23 Nopember 1969 di Desa Sondosia Kecamatan Bolo Kabupaten Bima Prov. Nusa Tenggara Barat (NTB). Merupakan anak keempat dari empat bersaudara dari pasangan Bapak H. Yusra bin H. Hasan dan Ibu

Hamidah. Mempunyai dua orang anak yaitu Arief Wahyudin Subhiyan S.H dan drh.Syahibul Akbarsyah.

Menamatkan sekolah dasar di SDN Inpres Tahun 1984, melanjutkan ke Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama di SMPN 1 Bolo Tahun 1987, menamatkan Sekolah Menengah Atas di SPP-SPMA Tahun 1989. Menyelesaikan Program Sarjana (S1) dengan Jurusan Budidaya Pertanian di Universitas Nahdlatul Wathan (UNW) Mataram Tahun 1998 dan melanjutkan studi jenjang Pascasarjana (S2) dengan Jurusan Budidaya Lahan Kering di Program Magister Pengelolaan Sumberdaya Lahan Kering (PM-PSLK) Universitas Mataram Tahun 2017.

Diangkat menjadi PNS pada Tahun 1993 dengan Jabatan Penyuluh Pertanian. Pada Tahun 2002 mendapat penghargaan Tingkat Nasional dalam membina Proyek P4K (Proyek Peningkatan Pendapatan Petani dan Nelayan Kecil). Mengikuti Pelatihan Pemberdayaan Masyarakat Miskin di Negara India. Mengikuti Belajar Perkembangan Ekonomi Negara Malaysia. Pada Tahun 2013-2017 menjadi Kepala UPT Kesehatan Hewan dan Tanaman Kecamatan Labuapi pada Dinas Pertanian Kabupaten Lombok Barat. Kepala UPT Perlindungan Tanaman Pangan dan Hortikultura Dinas Pertanian Kabupaten Lombok Barat pada Tahun 2017- 2021. Sejak Tahun 2022 sebagai Dosen ASN LLDIKTI Wilayah VIII DPK Universitas Muhammadiyah Mataram pada S1 Teknik Pertanian. Bendahara Masyarakat Petani dan Pertanian Organik Indonesia (MAPORINA) Kota Mataram Periode 2023 - 2028. Bendahara Wanita Rukun Keluarga Bima Lombok (WRKB) Pulau Lombok Periode 2022 - 2026. Koordinator Divisi Lingkungan Hidup pada Lembaga Lingkungan Hidup dan Penanggulangan Bencana Pimpinan Wilayah 'AISYIYAH Nusa Tenggara Barat Periode 2022 - 2027. ***

Pencemaran air, bencana banjir dan kekeringan silih berganti, dan perubahan iklim adalah masalah air di bumi yang semakin mengkhawatirkan. Bergabai upaya telah dilakukan oleh para pihak, namun masalah ini terus menyertai kehidupan di bumi.

Air begitu bermakna sebagai air irigasi, untuk menumbuhkan tanaman dan hewan lebih banyak guna mengimbangi kebutuhan pangan populasi manusia yang terus meningkat. Perlu inovasi dalam manajemen air pada skala rumah tangga, kawasan, DAS dan pulau agar air tidak terbang percuma ke muara.

Bila masalah air di bumi terus berlarut dibiarkan tanpa ada penanganan yang terencana dan masif, maka akan menjadi masalah besar bagi kehidupan manusia di masa depan. Tanpa adanya air, bumi tidak memiliki kemampuan memberikan kehidupan bagi flora, fauna dan manusia. Bila krisis air terus berlanjut jenis dan jumlah tumbuhan dan hewan akan terus berkurang serta menjadikan bumi semakin terlihat gersang. Air akan menjadi factor pembatas pertumbuhan populasi manusia di bumi.

Keserakahan manusia berdampak pada ketidak-seimbangan ekosistem dan perubahan iklim. Mendesak kiranya segera dibentuk Kementerian Sumberdaya Air dan Lembaga Nasional Pengelolaan Jasa Lingkungan untuk konservasi air demi keberlanjutan semua kehidupan di bumi. Air adalah syarat wajib keberlanjutan kehidupan semua makhluk hidup, khususnya kehidupan manusia.

