



INFRASTRUKTUR AIR DAN TANTANGAN DI INDONESIA

Edward Alfin¹, Rahmatulloh², Mamik Suendarti³

¹FMIPA, Universitas Indraprasta PGRI

^{2,3}Pascasarjana, Universitas Indraprasta PGRI

Email: edwardalfin@gmail.com¹

Article History:

Received: 01-09-2022

Revised: 16-09-2022

Accepted: 03-10-2022

Keywords:

Air Bersih, Infrastruktur struktural, Infrastruktur Air non Struktural

Abstract: Air sangat penting bagi semua bentuk kehidupan, termasuk manusia. Tanpa air, kita tidak akan bisa bertahan hidup. Air adalah bagian penting dari kehidupan, dan tanpa air, kehidupan tidak dapat berfungsi dengan baik. Pemerintah Indonesia telah mengeluarkan kebutuhan harian minimal 120 liter air per hari untuk memenuhi kebutuhan tubuh manusia. Makhluk hidup lain seperti hewan dan tumbuhan juga membutuhkan air, tetapi kebutuhan air sehari-hari mereka mungkin berbeda dengan kebutuhan manusia. Ini adalah fakta yang terkenal bahwa sebagian besar organisme hidup terdiri dari molekul air. Menurut air merupakan elemen vital untuk menopang kehidupan. Semua organisme hidup terdiri dari sel-sel, yang mengandung setidaknya 60% air. Aktivitas metabolisme mereka berasal dari larutan berair. Air sangat penting bagi manusia dan bentuk kehidupan lainnya. Hal ini karena air diperlukan untuk kelangsungan hidup dan harus tersedia dalam kualitas dan kuantitas yang baik.

© 2022 SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah

PENDAHULUAN

Air sangat penting untuk semua bentuk kehidupan. Air sangat penting bagi semua bentuk kehidupan, termasuk manusia. Tanpa air, kita tidak akan bisa bertahan hidup. Air adalah bagian penting dari kehidupan, dan tanpa air, kehidupan tidak dapat berfungsi dengan baik. Pemerintah Indonesia telah mengeluarkan kebutuhan harian minimal 120 liter air per hari untuk memenuhi kebutuhan tubuh manusia. Makhluk hidup lain seperti hewan dan tumbuhan juga membutuhkan air, tetapi kebutuhan air sehari-hari mereka mungkin berbeda dengan kebutuhan manusia. Ini adalah fakta yang terkenal bahwa sebagian besar organisme hidup terdiri dari molekul air. Menurut [1] air merupakan elemen vital untuk menopang kehidupan. Semua organisme hidup terdiri dari sel-sel, yang mengandung setidaknya 60% air. Aktivitas metabolisme mereka berasal dari larutan berair. Air sangat penting bagi manusia dan bentuk kehidupan lainnya. Hal ini karena air diperlukan untuk kelangsungan hidup dan harus tersedia dalam kualitas dan kuantitas yang baik.

Apabila populasi dunia terus bertambah dan teknologi semakin maju, permintaan terhadap air meningkat manakala jumlah air yang ada berkurang. Penduduk dunia pada tahun 2018 berjumlah 7,7 miliar jiwa dan memerlukan air untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari. Banyaknya penduduk yang membutuhkan air tidak sebanding dengan ketersediaan air di muka bumi. Hal tersebut mengakibatkan di beberapa wilayah di dunia mengalami krisis air. sebanyak 2,4 miliar penduduk dunia mengalami keterbatasan dalam mengakses air bersih.

Keterbatasan dalam mengakses air disebabkan karena manusia belum mengetahui bagaimana mengelola sumber daya air dengan baik. Selain aktivitas manusia, kondisi geografis, perubahan penggunaan lahan, dan perubahan iklim juga mempengaruhi siklus air, yang mengakibatkan ketersediaan air di Bumi [2].

Indonesia adalah negara kepulauan, dengan lebih dari 17.000 pulau tersebar di Samudera Hindia dan Pasifik. Pulau-pulau yang terhubung oleh air, menjadikan Indonesia tujuan yang sempurna bagi mereka yang suka menjelajah dengan perahu. Dengan begitu banyak pulau untuk dipilih, Indonesia memiliki sesuatu untuk semua orang, mulai dari pantai yang masih asli dan hutan yang rimbun hingga gunung berapi yang aktif dan kota yang ramai. Di Indonesia ada musim hujan dan musim kemarau. Jumlah air di suatu daerah sepanjang tahun tergantung pada dua musim ini. Musim hujan membawa peningkatan besar dalam air, yang mengalir dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah dan akhirnya ke laut.

Akhir hari, musim kemarau dan musim hujan menghadirkan dilema bagi penduduk Indonesia. Kondisi tersebut berupa bencana yang diakibatkan oleh ketersediaan air. Ketersediaan air merupakan faktor penting dalam menentukan apakah air dapat meresap ke dalam tanah dan menjadi air tanah, atau apakah tanah dapat menampung air di permukaan, seperti di waduk dan kolam. Selama musim hujan, banyak daerah yang mengalami banjir dan tanah longsor, yang seringkali dikaitkan dengan ketersediaan air yang tidak mencukupi. Hal ini disebabkan oleh ketidakmampuan tanah untuk mengikat air atau adanya lapisan kedap air di permukaan tanah yang menyebabkan tingginya tingkat limpasan air. Kondisi ekologi suatu daerah sangat mempengaruhi ketersediaan sumber daya air. Di daerah dengan curah hujan sedikit, kekeringan biasa terjadi dan dapat menyebabkan konsekuensi yang membawa bencana. Hal ini disebabkan oleh kurangnya resapan air pada saat musim hujan dan kurangnya daerah yang dapat menampung air dari musim sebelumnya.

Dampak fisik dari sistem penyediaan air yang terdesentralisasi pada infrastruktur air yang terpusat selalu ada. Kemudian muncul konsep kombinasi sistem sentralisasi dan desentralisasi yang dikenal dengan sistem penyediaan air hibrida. Sistem ini dirancang untuk menciptakan sistem air perkotaan yang lebih berkelanjutan dan tangguh. Konsep dasarnya adalah menggunakan kombinasi opsi pasokan air terdesentralisasi, seperti tangki air hujan, pemanenan air hujan, dan pengolahan dan penggunaan kembali air limbah lokal, dengan sistem terpusat. Dampak teknologi pasokan air hibrida pada kinerja operasional infrastruktur hilir dan proses pengolahan yang ada saat ini tidak diketahui. Metodologi kolektif diperlukan dalam industri air untuk membantu menilai keandalan, ketahanan, kualitas air, biaya, dan keberlanjutan infrastruktur, untuk menentukan kapan solusi terpusat, terdesentralisasi dan/atau hibrida harus digunakan.[3]

Meningkatnya kebutuhan air karena pertumbuhan penduduk merupakan salah satu alasan utama meningkatnya adopsi teknologi hibrida. Faktor-faktor seperti perubahan iklim, meningkatnya frekuensi kejadian cuaca ekstrem dan urbanisasi yang cepat juga berkontribusi pada peningkatan tingkat adopsi teknologi ini. Konsep ini didasarkan pada

premis bahwa penyediaan sumber air alternatif di tingkat lokal dapat membantu meningkatkan kapasitas infrastruktur pasokan air terpusat, dan membuatnya lebih tahan terhadap kondisi iklim yang bervariasi. Penting untuk dipahami bahwa menggunakan desentralisasi produksi dan penggunaan kembali air dapat mengubah aliran dan komposisi air limbah dan air hujan. Hal ini berpotensi memiliki dampak negatif pada efektivitas dan kinerja sistem ini. Namun, menggunakan opsi pasokan air alternatif dalam kombinasi dengan sistem pasokan air terpusat dapat secara signifikan mengurangi permintaan air minum dan mengubah aliran air limbah dan konsentrasi kontaminan. Misalnya, skenario pasokan air hibrida menggunakan 16,97% lebih sedikit air minum dan menghasilkan aliran air limbah 24,64% lebih sedikit daripada skenario terpusat konvensional. Hal ini menunjukkan bahwa sistem hybrid lebih hemat air dibandingkan dengan sistem sentralisasi. Konsentrasi air limbah meningkat sebesar 32% sedangkan konsentrasi kelompok kontrol tetap sama. Sistem pasokan air hibrida dapat membantu mengurangi variabilitas dalam konsumsi air sehari-hari, dibandingkan dengan sistem konvensional. Skenario juga dievaluasi bagaimana mereka akan mengubah demografi dan populasi. Perubahan populasi memiliki efek yang lebih signifikan terhadap permintaan air minum daripada perubahan iklim. Skenario pasokan air hibrida digunakan untuk menyediakan air tambahan yang dibutuhkan untuk area tersebut.[4]

Banjir di Indonesia seringkali berdampak negatif terhadap pertumbuhan sosial ekonomi negara. Hal ini sebagian disebabkan oleh fakta bahwa Indonesia adalah negara yang bergantung pada iklim, yang berarti bahwa keberhasilan ekonominya sebagian besar bergantung pada pola cuaca yang stabil. Ketika banjir terjadi, mereka dapat mengganggu pertanian, transportasi, dan industri vital lainnya, yang menyebabkan penurunan aktivitas dan pertumbuhan ekonomi. Meningkatnya tekanan pada daerah tahan banjir dari perubahan iklim dan urbanisasi membuat tindakan tahan banjir saat ini tidak berkelanjutan [5].

Eksperimen oleh peneliti dan pembuat kebijakan umumnya berupa infrastruktur dan kondisi tata kelola baru. Berfokus pada penelitian geografi dari eksperimen keberlanjutan yang ada memiliki potensi untuk membayangkan kembali praktik sehari-hari dalam agenda penelitian dan kebijakan tentang masa depan yang berkelanjutan [6]. Ketahanan banjir hanya dapat dicapai dengan memahami risiko banjir, yang ditentukan oleh kemungkinan terjadinya peristiwa banjir, potensi kerusakan yang dapat ditimbulkan, dan kerentanan penduduk atau infrastruktur yang terkena dampak. Hal ini diperlukan untuk mengembangkan langkah-langkah mitigasi banjir yang kuat yang mempertimbangkan jalur adaptasi alternatif dan yang dapat dikomunikasikan secara efektif kepada para pemangku kepentingan. [7]

Potensi pembelajaran sosial untuk mengatasi tantangan sosial dan lingkungan yang kompleks, seperti adaptasi perubahan iklim, semakin mendapat perhatian dalam penelitian dan praktik. Ada berbagai cara pendekatan pembelajaran sosial, tetapi kebanyakan dari mereka melibatkan berbagi pengetahuan dan mengambil tindakan kolektif dengan orang yang berbeda untuk menciptakan pengetahuan, hubungan, dan praktik bersama. Hasilnya kelompok akan belajar dan berubah sehingga menjadi komunitas, jaringan, atau sistem yang peduli. Penting bagi mereka yang memulai proses pembelajaran untuk mengembangkan pandangan bersama tentang bagaimana perubahan itu mungkin dan bagaimana pembelajaran sosial cocok dengannya dan berhubungan dengan perubahan yang diinginkan. Pentingnya fasilitasi terampil dan bagaimana praktisi dapat menjadi peserta dalam proses pembelajaran kolektif adalah alat penting untuk diperhatikan. Perbedaan sosial, kompleksitas hubungan sosial, dan potensi aktor yang

kurang kuat untuk dikooptasi dalam pengambilan keputusan bersama juga harus diperhitungkan.[8]

Kekeringan merupakan hal yang biasa terjadi di Indonesia dan menandakan perlunya kebijakan sumber daya air yang komprehensif dengan mempertimbangkan ketahanan terhadap kekeringan. Kekeringan memerlukan tindakan seperti memanfaatkan sumber daya yang ada untuk memenuhi kebutuhan air. Kekeringan saat ini seharusnya mendorong kita untuk mempertimbangkan solusi berkelanjutan. Sehingga diperlukan investasi besar yang dilakukan dengan pola pikir parsial problem solving.

Kekeringan merupakan peristiwa yang terus terjadi, misalnya kurangnya daerah yang dapat menampung air pada saat musim hujan. Terjadi persebaran air yang tidak merata dan tumpang tindih. Telah terjadi perubahan penggunaan lahan di seluruh wilayah, yang menyebabkan kurangnya ketahanan air. Hal ini disebabkan kurangnya teknologi untuk mendukung ketahanan air, seperti pengolahan air dan penampungan air besar-besaran, serta perubahan kebijakan.

LANDASAN TEORI

1. Infrastruktur Air

Infrastruktur adalah sistem fisik yang menyediakan transportasi, pengairan, drainase, bangunan-bangunan gedung dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia dalam lingkup sosial dan ekonomi [9]. Menurut America Publics Works Association (APWA) infrastruktur adalah fasilitas dan struktur fisik yang dikembangkan oleh pemerintah berupa penyediaan air, energi, air limbah, transportasi, pengairan, drainase, bangunan-bangunan gedung dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia dalam lingkup sosial dan ekonomi.

Ada banyak jenis komponen infrastruktur Kelompok infrastruktur menurut [9] adalah: (1) jalan: jalan, jalan raya, jembatan; (2) pelayanan transportasi: transit, pelabuhan, terminal, jaringan rel, stasiun, bandar udara; (3) air: jaringan air bersih, air kotor, semua sistem air, termasuk jalan air; (4) limbah: manajemen limbah padat; (5) energi: jaringan gas dan minyak bumi; dan (6) bangunan dan fasilitas olahraga luar. Hudson et al (1997) mengemukakan bahwa infrastruktur mencakup 7 aspek yaitu: transportasi, air (air limbah dan air bersih), pengelolaan sampah, produksi dan distribusi energi, bangunan, fasilitas rekreasi dan komunikasi.

Prasarana perkotaan secara garis besar dapat dikelompokkan menjadi tujuh kategori: (1) prasarana dan sarana air, termasuk air bersih, sanitasi, dan drainase; (2) infrastruktur jalan, meliputi jalan raya, jalan kota, dan jembatan; (3) prasarana transportasi, meliputi terminal, stasiun kereta api dan kereta api, pelabuhan, dan bandar udara; (4) infrastruktur pengelolaan limbah, termasuk air limbah dan sistem pengelolaan limbah; (5) bangunan kota, termasuk pasar dan fasilitas olahraga terbuka; (6) infrastruktur energi, termasuk produksi dan distribusi listrik dan gas; dan (7) infrastruktur komunikasi. [10]

a. Infrastruktur Air Struktural

Dapat dikatakan bahwa infrastruktur air struktural mengacu pada struktur air seperti bendungan dan tanggul yang dirancang untuk mengontrol aliran dan daya air. [11] yaitu sebagai berikut:

1) Bangunan Sungai

Struktur air yang terletak di sungai biasanya digunakan untuk mengatur dan memperbaiki sungai, serta mengendalikan banjir. Beberapa contoh metode yang

digunakan untuk mengurangi dampak banjir termasuk Normalisasi (yang melibatkan perubahan cara pembangunan diatur agar lebih tahan terhadap banjir), pembangunan groin, tanggul, dan ambang (struktur yang membantu melindungi terhadap banjir), penguatan bantaran sungai, dan pembuatan saluran distribusi banjir dan kolam penampung banjir sementara.

2) **Bangunan Irigasi**

Struktur air yang dirancang untuk menyediakan air irigasi untuk tanaman, yang disalurkan dan didistribusikan dengan benar ke ladang, dan kemudian dibuang dengan benar setelah digunakan. Bangunan irigasi terdiri dari dua komponen utama: pengambil air, yang bertanggung jawab untuk mengumpulkan air, dan jaringan irigasi, yang bertanggung jawab untuk mendistribusikan air ke sawah. Bangunan jaringan irigasi terdiri dari saluran untuk membawa air, saluran untuk pembuangan air, saluran untuk menyadap air, dan saluran untuk membagi air. Pada jaringan irigasi dimana topografi atau faktor lain menghambat aliran air, digunakan struktur pendukung seperti bangunan air terjun, talang air atau jembatan air, gorong-gorong, dan sifon untuk menjamin kelancaran aliran air.

3) **Bangunan Drainase**

Struktur air dirancang untuk mengelola luapan air di area seperti pemukiman, perdagangan, industri, perkantoran, bandara, lapangan olahraga, dan area pertanian. Tujuan dari pengendalian air adalah untuk mengelolanya dengan cara yang tidak menimbulkan akibat negatif. Bangunan drainase terdiri dari bangunan utama seperti saluran drainase, bangunan penunjang seperti air terjun, talang/jembatan air, kanal, ponton, tangki penampung sementara, dan pompa air.

4) **Bendungan**

Bendungan adalah bangunan air yang digunakan untuk menyimpan air. Potensi energi yang tersimpan dalam air dapat digunakan untuk berbagai hal, seperti irigasi, pembangkit listrik, pemeliharaan perikanan, dan pariwisata. Bendungan dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori: bendungan beton, yang dibangun terutama dari beton, dan bendungan tanggul, yang dibangun dari tumpukan tanah dan batu.

b. Infrastruktur Air Non-Struktural

1) **Kebijakan, hukum, dan Peraturan**

Ini adalah instrumen yang dimiliki oleh pemerintah untuk tujuan mengatur. Tujuan dari instrumen ini adalah untuk memantau dan mengawasi proses pembangunan yang sedang berlangsung, termasuk pengembangan sumber daya air.

a) **Undang-Undang**

- (1) Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 1974 tentang Pengairan.
- (2) Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Air
- (3) Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang.

b) **Peraturan Pemerintah**

- (1) Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 42 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sumber Daya Air

- (2) Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 2008 tentang Air Tanah
- (3) Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai.
- (4) Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai
- (5) Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum

c) Peraturan Presiden

- (1) Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 42 Tahun 2005 tentang Komite Kebijakan Percepatan Penyediaan Infrastruktur.
- (2) Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2008 tentang Dewan Sumber Daya Air.
- (3) Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 33 Tahun 2011 tentang Kebijakan Nasional Pengelolaan Sumber Daya Air.
- (4) Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 88 Tahun 2012 tentang Kebijakan Pengelolaan Informasi Hidrologi, Hidrometeorologi, dan Hidrogeologi Pada Tingkat Nasional.
- (5) Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 75 Tahun 2014 tentang Percepatan Penyediaan Infrastruktur Prioritas.
- (6) Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 185 Tahun 2014 tentang Percepatan Penyediaan Air Minum dan Sanitasi.
- (7) Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2016 tentang Perubahan Atas Peraturan Presiden Nomor 75 Tahun 2014 tentang Percepatan Penyediaan Infrastruktur Prioritas.

d) Keputusan Presiden

- (1) Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2011 tentang Penetapan Cekungan Air Tanah

2) Zonasi

Zonasi merupakan instrumen yang digunakan oleh pemerintah, baik pemerintah pusat maupun pemerintah daerah (provinsi, kota/kabupaten). Alat ini dimaksudkan untuk mengatur dan memantau perkembangan dan perkembangan wilayah. Instrumen perencanaan ini biasanya terdiri dari Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW), Rencana Tata Ruang Kota/Kabupaten (RTRK), dan Rencana Detail Tata Ruang (RDTR).

Zonasi adalah proses membagi suatu wilayah menjadi beberapa bagian untuk tujuan yang berbeda, seperti perumahan, pendidikan, industri, atau rekreasi. Pengembangan di kawasan ini akan disesuaikan dengan kebutuhan spesifik lokasi.

3) Instrumen ekonomi

Instrumen ekonomi merupakan instrumen yang dipergunakan pemerintah untuk memberikan ransangan kepada para untuk ikut serta dalam pembangunan, termasuk di dalamnya pembangunan dan pengembangan infrastruktur.

2. Water Sensitive City (WSC)

Konsep pengelolaan air perkotaan holistik telah mendapatkan perhatian yang meningkat dari para perencana kota dan pejabat pemerintah. Sebuah kota yang menyediakan layanan penting seperti air bersih dan sanitasi sekarang diharapkan menjadi layak huni dan responsif terhadap kebutuhan penduduknya. Sensitif artinya

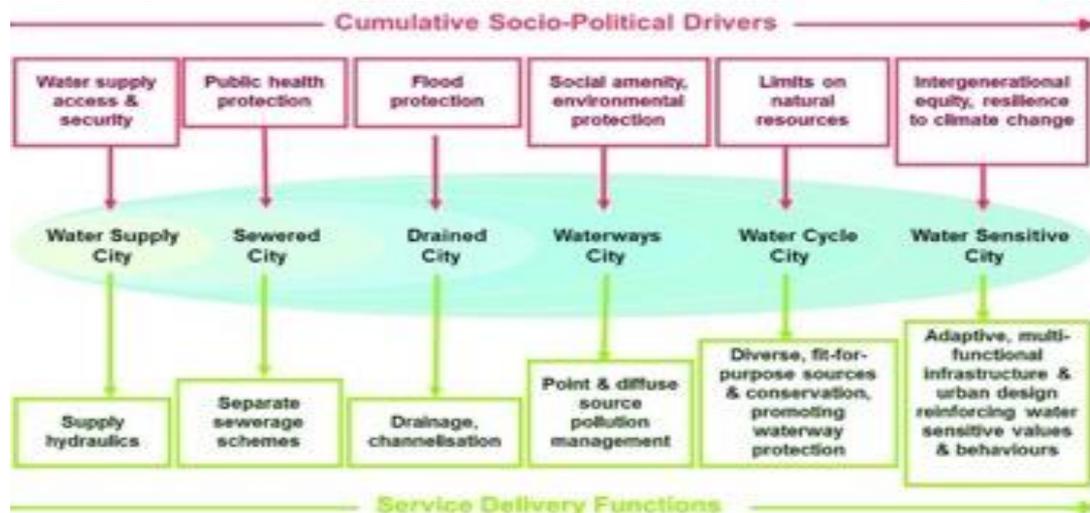
kota tahan terhadap berbagai kerentanan seperti pertumbuhan penduduk, perubahan iklim, dan dampak hidrologis, sekaligus memastikan sumber daya air yang berkelanjutan dan melindungi perairan lingkungan [12]

Water sensitive city adalah kota peka air, yaitu kota pengelolaan terpadu dalam pengelolaan sumber daya air terpadu. Pengelolaan sumber daya air meliputi perlindungan dan peningkatan penerimaan air, pengurangan risiko banjir dan penciptaan ruang publik yang dapat berfungsi sebagai daerah tangkapan air dan juga dapat didaur ulang. Kota peka air adalah kota yang mengintegrasikan perencanaan air perkotaan untuk meningkatkan keanekaragaman hayati, menyediakan lebih banyak ruang publik, dan menciptakan saluran air dan komunitas yang lebih sehat.

Tujuan dari Water-Sensitive Cities (WSC) adalah untuk memenuhi kebutuhan dasar air kota sambil juga meningkatkan ketahanan dan kelangsungan hidup mereka. WSC akan mengubah kota dengan memberikan manfaat berkelanjutan yang membuatnya lebih mudah beradaptasi dan berkelanjutan.[13]

Konsep WSC merupakan pendekatan inovatif dalam pengelolaan air perkotaan yang menekankan pada desentralisasi. Konsep ini semakin populer karena manfaat yang ditawarkan dalam hal keamanan dan keberlanjutan air. Konsep ini dikembangkan berdasarkan sudut pandang yang komprehensif dan holistik untuk mengelola siklus air terpadu, yang dapat berupa mitigasi risiko banjir dan penciptaan ruang publik yang memanen, membersihkan, dan mendaur ulang air. Konsep pengelolaan siklus air terpadu mengambil pendekatan yang komprehensif dan holistik untuk mengurangi risiko banjir dan menciptakan ruang publik yang memanen, membersihkan dan mendaur ulang air. [14]

Ada kesadaran umum di antara berbagai sektor bahwa transisi ke sistem air yang lebih berkelanjutan di masa depan akan memerlukan adaptasi alternatif terhadap perubahan dan variabilitas iklim, perubahan demografis, degradasi lingkungan, dan kelangkaan sumber daya. Konsep transisi, resiliensi, dan teori institusional kemudian diintegrasikan untuk mengembangkan prosedur diagnostik untuk setiap tindakan di setiap area yang berbeda. Prosedur diagnostik operasional dapat menyediakan platform yang berguna bagi perencana, analis kebijakan, dan pengambil keputusan untuk mengikuti proses deduksi yang mengidentifikasi jenis tindakan strategis yang paling



sesuai dengan keadaan sistem saat ini. [15]

Gambar 1. Urban water management transition [13]

Untuk mewujudkan kota peka air perlu melalui tahapan transisi pengelolaan air (Gambar 1). Transisi adalah proses perubahan yang terjadi di banyak tingkatan, mengubah cara kita memproduksi dan mengkonsumsi sesuatu sehingga menjadi lebih berkelanjutan. Transisi adalah perubahan dari satu sistem budaya ke sistem budaya lainnya, biasanya melibatkan perubahan mendasar dalam fondasi, struktur, dan praktik. Mengingat kompleksitas perubahan mendasar ini, tidak mengherankan bahwa transisi biasanya berlangsung 25-50 tahun. Transisi tersebut dicirikan oleh perubahan yang saling melengkapi dalam sejumlah domain (termasuk teknologi, ekonomi, kelembagaan, perilaku, dan budaya). Semua perubahan ini bekerja secara sinergis untuk memperkuat dan mendorong transisi. Transisi jaringan Air perkotaan memungkinkan kita untuk membayangkan keadaan kota yang sensitif air. Keberlanjutan transisi dibangun di atas tiga prinsip yang harus diintegrasikan ke dalam struktural dan sosial dari *water sensitive city*. [16]

Pilar-pilar ini memberikan dasar-dasar penting dalam hal modal sosial, desain perkotaan, dan infrastruktur; sehingga berusaha untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya air dalam kota, penyangga dampak perubahan iklim, dan melindungi jasa ekosistem dalam lanskap ekologi perkotaan. Ketiga pilar tersebut adalah: (1) akses ke berbagai sumber air didukung oleh keragaman infrastruktur sentralisasi dan desentralisasi; (2) penyediaan layanan ekosistem untuk lingkungan dibangun dan alam; (3) modal sosial-politik untuk keberlanjutan dan air perilaku sensitif.

Pilar pertama adalah konsep kota yang tidak hanya mengandalkan sumber air alami, seperti akumulasi curah hujan di daerah tangkapan air atau air tanah. Ini akan membutuhkan perubahan pemikiran dalam hal keamanan air, di mana kota-kota perlu melihat sumber air alternatif, seperti air limbah yang diolah atau air desalinasi. Alih-alih mengandalkan satu sumber air, kota harus mengembangkan portofolio sumber air yang lebih luas, termasuk air hujan perkotaan, limpasan atap, daur ulang air limbah, air laut, dan pemurnian air tanah. Ini akan memberikan pasokan air yang lebih andal dan berkelanjutan. Di kota-kota peka air, sumber daya air akan dikelola melalui infrastruktur yang terkait dengan pemanenan, penyimpanan, pengolahan, dan penyaluran air.

Pilar kedua adalah sebuah lanskap perkotaan yang aktif mendukung lingkungan. Hal ini dapat dicapai melalui penggunaan inovatif dari ruang publik dan ruang hijau. Selain menyediakan fasilitas publik, ruang ini bisa menggabungkan pengelolaan air berkelanjutan bersama layanan ekologi lainnya seperti penyerap karbon, peluang untuk produksi pangan, dan iklim mikro ditingkatkan melalui memberikan kenyamanan. Rehabilitasi saluran air yang rusak adalah dimensi penting dari pilar ini yang juga dapat diatasi melalui campuran perluasan daerah tangkapan air.

Pilar ketiga adalah praktek yang menunjukkan pentingnya kapasitas kelembagaan dan dukungan sosial untuk mencapai pengelolaan air perkotaan yang berkelanjutan. Untuk berhasil menerapkan pilar ini, lembaga-lembaga lokal diinvestasikan dan bertanggung jawab untuk pengelolaan air. Hal ini juga membutuhkan masyarakat untuk diinformasikan dan terlibat tentang sensitivitas air, dan secara aktif terlibat dalam co-manajemen pelayanan air. Pada saat ini, pilar ini tetap menjadi salah satu agenda reformasi paling berat. Hal ini akan memerlukan kerjasama untuk pengelolaan air berkelanjutan dari seluruh akademisi, pemerintah, dan industri.

3. Sistem Manajemen Infrastruktur Air di Indonesia

Ketersediaan air merupakan jumlah air (debit) yang diperkirakan terus menerus ada di suatu lokasi (bendung atau bangunan air lainnya) di sungai dengan jumlah tertentu

dan dalam jangka waktu (periode) tertentu. Air yang tersedia dapat digunakan untuk berbagai keperluan, seperti air domestik untuk minum dan keperluan rumah tangga, air non-domestik untuk perdagangan dan industri, pemeliharaan sungai, peternakan, perikanan, irigasi, dan pembangkit listrik tenaga air. Untuk mengefisienkan penggunaan air, perlu diketahui ketersediaan sumber air yang dapat diandalkan (debit, hujan). Aliran referensi adalah aliran sungai minimum dalam jumlah tertentu yang dapat diisi ulang dan dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Debit sungai minimum untuk keperluan irigasi ditetapkan sebesar 80%, sedangkan untuk keperluan air baku biasanya ditetapkan sebesar 90%. Misalnya, debit kolom utama 80% adalah 3 m³/s, yang berarti probabilitas debit 3 m³/s atau lebih adalah 80% waktu perekaman data; atau dengan kata lain: 20% debitnya kurang dari 3 m³/d. [17]

Kebutuhan air terbagi menjadi kebutuhan air irigasi, kebutuhan air non irigasi. Kebutuhan air irigasi sebagian besar dicukupi dari air permukaan. Kebutuhan air irigasi dipengaruhi berbagai faktor seperti klimatologi, kondisi tanah, koefisien tanaman, pola tanam, pasokan air yang diberikan, luas daerah irigasi, efisiensi irigasi, penggunaan kembali air drainase untuk irigasi, sistem golongan, jadwal tanam dan lain-lain. Kebutuhan air non irigasi terbagi menjadi kebutuhan air domestik, kebutuhan air untuk perkantoran, kebutuhan air untuk rumah sakit, kebutuhan air untuk pendidikan, kebutuhan air untuk rumah peribadatan, kebutuhan air untuk hotel, kebutuhan air untuk pemeliharaan sungai/penggelontoran, kebutuhan air untuk peternakan, kebutuhan air untuk industri dan kebutuhan air untuk lain-lain.

Sistem manajemen air di Indonesia secara garis besar dapat dibedakan menjadi 3 level, yaitu 1) Level Pusat (nasional), 2) Level Provinsi, 3) Level Kota/Kabupaten :

1. Level Pusat (Nasional): di level ini ada Kementerian Pekerjaan Umum, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Kementerian Keuangan, dan Kementerian Negara Usaha. Wewenangny adalah mengelola lembaga terkait air yang ada di seluruh Indonesia. Pengelolaan tersebut mencakup mengawasi, memantau, dan mendanai lembaga-lembaga di tingkat provinsi. Sehingga setiap kebijakan mengacu kepada kebijakan nasional, dalam artian ada koneksi kebijakan antara daerah dan pusat.
2. Level Provinsi: di level ini ada perpanjangan tangan kementerian yaitu Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS), Perum Jasa Tirta, dan Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Di samping tersebut ada instansi pemerintah daerah yang terkait dan menangani tentang sumber daya air termasuk juga Universitas yang ada di provinsi tersebut, praktisi dan peneliti serta komunitas masyarakat yang peduli air.
3. Level Kota/Kabupaten: instansi yang dimiliki Pemerintah Daerah seperti Badan Perencanaan Pembangunan Daerah, Instansi Pekerjaan Umum, Instansi Lingkungan Hidup, Instansi Kebersihan dan Taman, Pengembang Wilayah termasuk juga Universitas yang ada di provinsi tersebut, praktisi dan peneliti serta komunitas masyarakat yang peduli air.

KESIMPULAN

Pengelolaan air merupakan proses yang terus berlangsung di Indonesia. Salah satunya terkait infrastruktur yang ada. Saat ini dikembangkan metode yang mencakup semua aspek dan secara berkelanjutan. Aspek tersebut meliputi aspek Infrastruktur air struktural dan infrastruktur air non-struktural yang berkelanjutan dengan memperhatikan segi ekonomi, sosial dan lingkungan.

DAFTAR REFERENSI

- [1] E. D. Enger, B. F. Smith, and B. W. Barker, *Environmental science: A study of interrelationships*. McGraw Hill, 1998.
- [2] P. T. Juwono and A. Subagiyo, *Sumber Daya Air dan Pengembangan Wilayah: Infrastruktur Keairan Mendukung Pengembangan Wisata, Energi, dan Ketahanan Pangan*. Universitas Brawijaya Press, 2018.
- [3] M. Sapkota *et al.*, “An integrated framework for assessment of hybrid water supply systems,” *Water (Basel)*, vol. 8, no. 1, p. 4, 2015.
- [4] M. Sapkota *et al.*, “An overview of hybrid water supply systems in the context of urban water management: Challenges and opportunities,” *Water (Basel)*, vol. 7, no. 1, pp. 153–174, 2014.
- [5] K.-H. Liao, “A theory on urban resilience to floods—a basis for alternative planning practices,” *Ecology and society*, vol. 17, no. 4, 2012.
- [6] A. L. Browne, T. Jack, and R. Hitchings, “‘Already existing’ sustainability experiments: Lessons on water demand, cleanliness practices and climate adaptation from the UK camping music festival,” *Geoforum*, vol. 103, pp. 16–25, 2019.
- [7] A. Voinov *et al.*, “Modelling with stakeholders—next generation,” *Environmental Modelling & Software*, vol. 77, pp. 196–220, 2016.
- [8] J. Ensor and B. Harvey, “Social learning and climate change adaptation: evidence for international development practice,” *Wiley Interdiscip Rev Clim Change*, vol. 6, no. 5, pp. 509–522, 2015.
- [9] N. S. Grigg, “Infrastructure engineering and management,” 1988.
- [10] Suripin, *Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan*. Andi, 2004.
- [11] I. M. Kamiana, “Teknik perhitungan debit rencana bangunan air,” *Graha Ilmu, Yogyakarta*, 2011.
- [12] R. R. Brown, N. Keath, and T. Wong, “Transitioning to water sensitive cities: historical current and future transition states,” in *International Conference on Urban Drainage 2008*, 2008, p. CD-Rom.
- [13] M. F. Dobbie, R. R. Brown, and M. A. Farrelly, “Risk governance in the water sensitive city: Practitioner perspectives on ownership, management and trust,” *Environ Sci Policy*, vol. 55, pp. 218–227, 2016.
- [14] J. Floyd, B. L. Iaquinto, R. Ison, and K. Collins, “Managing complexity in Australian urban water governance: transitioning Sydney to a water sensitive city,” *Futures*, vol. 61, pp. 1–12, 2014.
- [15] B. C. Ferguson, R. R. Brown, and A. Deletic, “Diagnosing transformative change in urban water systems: Theories and frameworks,” *Global environmental change*, vol. 23, no. 1, pp. 264–280, 2013.
- [16] T. H. F. Wong and R. R. Brown, “The water sensitive city: principles for practice,” *Water science and technology*, vol. 60, no. 3, pp. 673–682, 2009.
- [17] B. Triatmodjo and H. Terapan, “Cetakan ke-3,” *Beta Offset, Yogyakarta*, 2013.