

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dasar Teori

2.1.1 Sistem Penyediaan Air Minum

2.1.1.1 Definisi dan Komponen Utama

Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 4 Tahun 2020 adalah salah satu kesatuan sarana dan prasarana penyediaan air minum. Dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2015, Sistem Penyediaan Air Minum bertujuan untuk menjamin hak rakyat atas air minum dan akses terhadap pelayanan yang berkualitas. Kerangka regulasi ini mencerminkan komitmen negara dalam mengimplementasikan prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan dan pemerataan akses terhadap sumber daya, dengan memposisikan air minum sebagai kebutuhan dasar yang tidak dapat dikompromikan.

Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) yang berhasil membutuhkan perencanaan menyeluruh yang memperhatikan beberapa aspek utama. Aspek teknis mencakup ketersediaan sumber air baku yang cukup dan pemilihan sistem teknologi pengolahan yang sesuai. Sementara aspek non-teknis meliputi dukungan kebijakan pemerintah, organisasi pengelola yang kompeten, sistem pembiayaan yang dapat dipertahankan dalam jangka panjang, serta keterlibatan aktif masyarakat dalam proses pembangunan dan operasional. Kombinasi yang baik antara kedua aspek ini akan menghasilkan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) yang kuat, tidak hanya mampu menyediakan air dalam jumlah yang mencukupi, tetapi juga mempertahankan kualitas air yang baik, dapat diakses oleh seluruh lapisan masyarakat, dan dapat beradaptasi berbagai tantangan seperti perubahan cuaca.

2.1.1.2 Sistem Penyediaan Air Minum Regional (SPAM)

Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Regional menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 122 Tahun 2015 adalah Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) yang berada dalam 1 (satu) wilayah administrasi provinsi dan infrastruktur Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) melintasi wilayah administrasi Kabupaten/Kota. SPAM Regional beroperasi pada skala yang lebih besar dengan komponen-komponen utama meliputi unit air baku dari sumber air yang telah ditentukan, instalasi pengolahan berkapasitas besar, jaringan transmisi jarak jauh, serta sistem distribusi lokal yang terintegrasi di setiap wilayah layanan.

Pengelolaan SPAM Regional menghadapi tantangan teknis dan administrasi yang kompleks, terutama dalam distribusi air yang adil ke berbagai daerah dengan karakteristik berbeda. Kompleksitas ini dipersulit oleh fluktuasi ketersediaan air baku, pertumbuhan permintaan yang tidak merata, dan kebutuhan menjaga kualitas air selama transmisi jarak jauh. Aspek koordinasi antar pemerintah daerah dalam pembagian tanggung jawab juga menjadi faktor penentu keberhasilan. Meski menghadapi tantangan, dengan pengelolaan yang tepat, SPAM Regional mampu memperluas akses air minum berkualitas secara ekonomis, mendukung kesehatan masyarakat dan pembangunan ekonomi regional melalui infrastruktur dasar yang andal.

2.1.1.3 Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Regional Jatiluhur 1

Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Regional Jatiluhur 1 merupakan salah satu proyek unggulan dalam penerapan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Regional di Indonesia yang dirancang untuk mengatasi kebutuhan air minum yang terus meningkat. Sistem ini melayani beberapa daerah penting di Jawa Barat termasuk Kabupaten Karawang, Kabupaten Bekasi, Kota Bekasi, serta sebagian wilayah DKI Jakarta. Sumber air utama proyek ini berasal dari Waduk Jatiluhur yang memiliki kapasitas besar dan kualitas air yang relatif baik. Air dari waduk ini kemudian dialirkan melalui jalur distribusi yang sudah ada, yaitu saluran Sungai Tarum Barat atau yang lebih dikenal dengan nama Kalimalang. Dengan kapasitas produksi yang mencapai 4.750 liter per detik, sistem ini diharapkan mampu memenuhi

kebutuhan air minum dalam jumlah besar untuk mendukung aktivitas sehari-hari masyarakat di wilayah yang menjadi tujuan pelayanan SPAM.

SPAM Regional Jatiluhur 1 memiliki dua Instalasi Pengolahan Air (IPA), yaitu IPA Bekasi dan IPA Cibee. Kedua Instalasi Pengolahan Air (IPA) tersebut memiliki fungsi sebagai tempat untuk pengolahan yang bertugas memproses air baku yang berasal dari Waduk Jatiluhur menjadi air minum konsumsi sesuai dengan standar yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 492/Menkes/PER/2010. Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang dimiliki oleh SPAM Regional Jatiluhur 1 menggunakan teknologi pengolahan modern yang dapat menghilangkan berbagai kontaminan dan memastikan air yang dihasilkan aman untuk dikonsumsi. Proses pengolahan dilakukan secara bertahap mulai dari penyaringan kasar, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, hingga desinfeksi untuk menghasilkan air minum yang jernih dan bebas dari bakteri berbahaya.

Struktur sistem yang terdapat pada SPAM Regional Jatiluhur 1 terdiri dari empat komponen utama yang saling terhubung untuk memastikan distribusi air minum berjalan dengan lancar. Komponen pertama adalah *intake* atau bangunan sadap yang berfungsi sebagai pengambilan air baku dari titik sumber yang telah ditentukan. Selanjutnya, instalasi pengolahan air bertugas memproses air baku menjadi air yang siap untuk dikonsumsi. Jaringan transmisi kemudian mendistribusikan air yang sudah diolah ke berbagai tujuan melalui sistem perpipaan yang dirancang khusus. Terakhir, *reservoir* atau bak penampungan sementara sebelum air didistribusikan ke konsumen akhir melalui jaringan distribusi lokal. Dengan dukungan teknologi pemantauan yang canggih dan pengelolaan yang profesional, SPAM Regional Jatiluhur 1 diharapkan dapat memberikan layanan air minum berkualitas tinggi secara konsisten dan berkelanjutan kepada masyarakat di seluruh wilayah layanan yang telah ditentukan.



Gambar 2. 1 Bangunan SPAM Regional Jatiluhur 1 IPA Bekasi
Sumber: Dokumentasi Proyek

2.1.2 Kualitas Air Sungai Tarum Barat

Berdasarkan Laporan Pemantauan Kualitas Lingkungan Air Sungai Provinsi DKI Jakarta Tahun 2023, kondisi Sungai Tarum Barat menunjukkan tingkat pencemaran yang sangat mengkhawatirkan. Evaluasi menggunakan Metode STORET mengklasifikasikan status mutu air sungai ini dalam kategori “buruk” dengan skor di bawah -40, sementara penilaian melalui Indeks Pencemaran (IP) menunjukkan nilai rata-rata sebesar 7,42 yang menempatkannya dalam kategori “tercemar berat”. Kondisi ini mencerminkan degradasi kualitas air yang signifikan dan menunjukkan bahwa ekosistem sungai telah mengalami tekanan lingkungan yang berat akibat berbagai aktivitas antropogenik di sekitar daerah aliran sungai.

Analisis parameter kualitas air mengidentifikasi beberapa polutan kunci yang secara konsisten melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Parameter organik menunjukkan kontaminasi tinggi dengan nilai *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) rata-rata mencapai 12,5 mg/L dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) rata-rata 35,7 mg/L, yang mengindikasikan tingginya kandungan bahan organik terlarut dalam air sungai. Kandungan Nitrat juga menjadi permasalahan serius dengan konsentrasi nitrat rata-rata 5,1 mg/L dan fosfat rata-rata 1,2 mg/L yang dapat memicu pertumbuhan alga berlebihan. Aspek mikrobiologi menunjukkan kontaminasi patogen yang ekstrem dengan *total coliform* mencapai rata-rata 24.000 MPN/100 mL dan *E. Coli* rata-rata 13.000 MPN/100 mL, mengindikasikan pencemaran feses yang massif.

Meskipun demikian, analisis sedimen menunjukkan bahwa logam berat seperti Zn dan Cu masih berada di bawah ambang batas, memberikan gambaran bahwa pencemaran logam berat belum menjadi isu dominan di lokasi ini. Dibandingkan dengan beberapa sungai yang ada di DKI Jakarta, Sungai Tarum Barat merupakan ruas sungai yang memiliki nilai Indeks Penilaian (IP) terendah (terbaik) selama tahun 2018-2023 dan hampir seluruhnya terkategori cemar ringan. Hal ini terkait dengan desainnya yang menjadikan Sungai Tarum Barat lebih terjaga dari kontaminasi cemaran di sekitarnya dan fungsinya sebagai penyuplai kebutuhan air baku air minum DKI Jakarta (Jakarta, 2023).



Gambar 2. 2 Grafik Status Mutu Air Sungai
Sumber: Laporan Pemantauan Kualitas Air Sungai Provinsi DKI Jakarta

2.1.2.1 Proses Pengolahan Air Minum Konvensional

Proses pengolahan air minum konvensional merupakan sistem terintegrasi yang dirancang untuk merubah air baku dari berbagai sumber menjadi air minum berkualitas tinggi yang aman untuk dikonsumsi oleh manusia. Sistem ini memiliki beberapa tahapan yang saling berkaitan dan berurutan, seperti koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, dan disinfeksi.

Tahap Koagulasi berfungsi sebagai langkah awal untuk menghilangkan partikel-partikel tersuspensi dan koloid yang terdapat dalam air baku. Pada tahap ini, bahan kimia koagulan seperti aluminium sulfat atau ferri sulfat ditambahkan ke dalam air sambil diaduk cepat untuk mendestabilisasi partikel-partikel halus, sehingga dapat saling bergabung. Proses ini sangat penting karena partikel koloid dalam air memiliki muatan listrik yang sama, sehingga saling tolak menolak dan sulit untuk mengendap secara alami.

Flokulasi merupakan tahap lanjutan dari koagulasi, partikel-partikel yang telah didestabilisasi dibiarkan bergabung membentuk flok atau

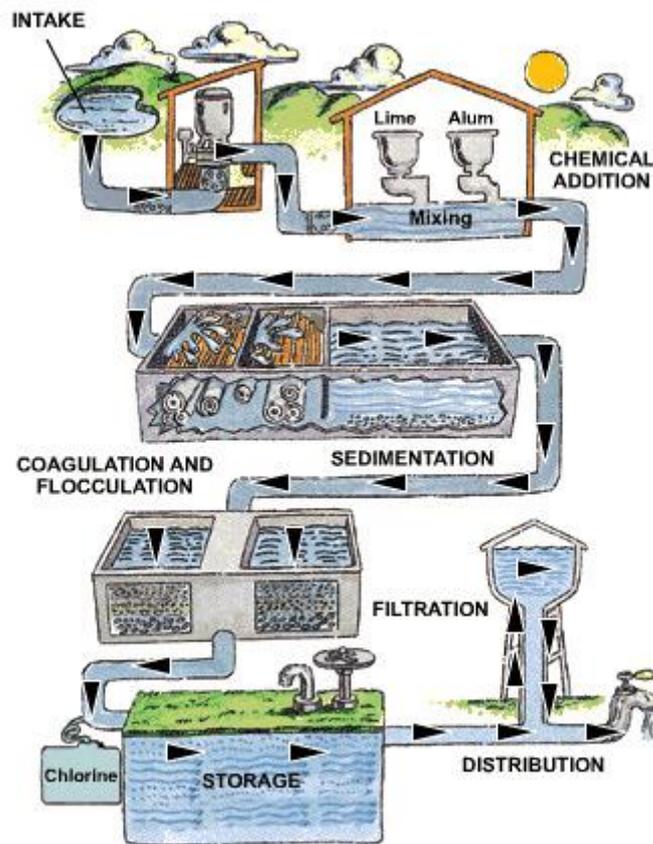
gumpalan lebih besar melalui pengadukan lambat. Proses ini memungkinkan pembentukan flok yang berukuran cukup besar dan memiliki densitas yang memadai untuk dapat mengendap dengan mudah pada tahap selanjutnya.

Sedimentasi adalah proses pengendapan gravitasi, flok-flok yang telah terbentuk dipisahkan dari air melalui pengendapan di dalam bak sedimentasi. Air yang telah jernih kemudian dialirkan ke tahap berikutnya, sementara lumpur yang mengendap di dasar bak akan dibuang secara berkala. Efisiensi tahap ini sangat bergantung pada waktu tinggal air dalam bak sedimentasi dan desain hidraulik yang optimal.

Filtrasi berfungsi sebagai tahap penyaringan untuk menghilangkan partikel-partikel halus yang masih tersisa setelah proses sedimentasi, termasuk bakteri, virus, dan senyawa organik. Media filter yang umum digunakan adalah pasir, antrasit, atau kombinasi keduanya dalam sistem multimedia filter. Proses ini dapat menghilangkan partikel dengan ukuran hingga beberapa mikron.

Disinfeksi merupakan tahap akhir yang krusial untuk membunuh atau menonaktifkan mikroorganisme patogen yang masih tersisa dalam air. Metode disinfeksi yang paling umum adalah klorinasi, meskipun dapat juga menggunakan ozon, sinar ultraviolet, atau klorin dioksida. Tahap ini memastikan bahwa air yang dihasilkan bebas dari mikroorganisme berbahaya dan aman untuk dikonsumsi.

Setiap tahapan dalam proses pengolahan air minum konvensional memiliki parameter operasi yang harus dimonitor dan dikontrol secara ketat, seperti pH, dosis bahan kimia, waktu kontak, dan laju air, untuk memastikan efektivitas pengolahan dan kualitas air yang dihasilkan sesuai dengan peraturan standar air minum yang berlaku. Integrasi kelima tahapan ini memungkinkan penghilangan berbagai jenis kontaminan secara bertahap dan menyeluruh, mulai dari partikel kasar hingga mikroorganisme patogen.



Gambar 2. 3 Framework Instalasi Pengolahan Air Minum
 Sumber: aryansah.wordpress.com

2.1.2.2 Kriteria Desain IPA

Kriteria desain IPA adalah panduan teknis penting dalam perencanaan dan perancangan unit pengolahan air, yang mencakup parameter seperti debit pengolahan, waktu detensi, beban permukaan, gradien kecepatan, dan efisiensi penyisihan.

Selain kriteria untuk unit-unit utama, perancangan IPA modern juga harus mempertimbangkan fleksibilitas dan adaptabilitas untuk menghadapi variasi kualitas air baku serta potensi perubahan regulasi di masa depan. Desain modular dapat memberikan fleksibilitas dalam menghadapi fluktuasi debit dan kualitas air baku. Integrasi sistem otomasi dan kontrol juga menjadi bagian penting dalam kriteria desain IPA modern, memungkinkan optimisasi proses secara *real-time* dan peningkatan efisiensi operasional. Dengan mempertimbangkan semua aspek ini, IPA dapat beroperasi secara efektif dan efisien dalam menghasilkan air minum yang memenuhi standar kualitas.

2.1.3 *Intake* Air Baku

2.1.3.1 Jenis-Jenis *Intake*

Terdapat beberapa jenis *intake* yang umum digunakan dalam SPAM, termasuk *intake* sungai, danau, dan sumur. *Intake* sungai adalah yang paling umum karena aksesibilitasnya, namun memiliki risiko tinggi terhadap polusi akibat aktivitas manusia di sekitarnya. Penelitian oleh (Yuniarti & Biyatmoko, 2019) menunjukkan bahwa kualitas air dari *intake* sungai dapat bervariasi tergantung pada aktivitas manusia. *Intake* danau dapat menjadi alternatif yang baik jika kualitas airnya lebih baik, tetapi juga terpengaruh oleh aktivitas manusia seperti pembuangan limbah. Di sisi lain, *intake* sumur adalah pilihan sederhana yang efektif untuk daerah pedesaan, meskipun kualitasnya dapat terpengaruh oleh kontaminasi dari permukaan tanah.

Pemilihan jenis *intake* sangat dipengaruhi oleh kualitas sumber air baku. Air dari sumber permukaan seperti sungai dan danau sering mengandung partikel tersuspensi yang memerlukan proses pengolahan lebih lanjut, sedangkan sumur biasanya memiliki kualitas yang lebih stabil. Setiap jenis *intake* memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, sehingga penting untuk mempertimbangkan kondisi lokal dan kebutuhan masyarakat dalam menentukan pilihan yang tepat untuk pengelolaan air.

2.1.3.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pemilihan *Intake*

Pemilihan jenis *intake* yang tepat untuk SPAM dipengaruhi oleh beberapa faktor penting, termasuk ketersediaan sumber daya air, kualitas air baku, dan dampak lingkungan dari pembangunan *intake* tersebut. Ketersediaan sumber air adalah faktor utama dalam menentukan lokasi pembangunan *intake* agar dapat memenuhi kebutuhan air minum. Menurut (Agustina, 2007), kebutuhan air bersih masyarakat bervariasi, tergantung pada letak geografis, kebudayaan, tingkat ekonomi, dan skala perkotaan tempat tinggalnya. Kualitas air juga menjadi pertimbangan penting, di mana air baku harus memenuhi standar agar aman untuk dikonsumsi setelah melalui proses pengolahan, parameter seperti kekeruhan dan pH harus dievaluasi secara berkala. Selain itu, dampak lingkungan dari pembangunan *intake* harus

diperhitungkan agar tidak merusak ekosistem lokal, misalnya pengambilan air dari sungai atau danau dapat mengganggu habitat alami flora dan fauna.

2.1.3.3 Perubahan Karakteristik *Intake* dan Dampaknya

Perubahan karakteristik pada sistem *intake* dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor eksternal, seperti cuaca ekstrem, aktivitas manusia, dan kondisi lingkungan secara keseluruhan. Contohnya, fenomena banjir dapat meningkatkan kekeruhan pada sumber air permukaan seperti sungai dan danau akibat erosi tanah dan peningkatan aliran limbah, yang memerlukan penyesuaian dalam proses pengolahan untuk memastikan air tetap memenuhi standar kesehatan. Penelitian oleh (Said, 2009) menjelaskan bahwa air limpasan hujan (*Run Off*) membawa senyawa humus dari daerah hutan atau pertanian, kemudian air limpasan tersebut masuk ke sungai pada bagian hulu, kemudian akan terbawa ke bagian hilir. Di samping itu, air limbah yang berasal dari buangan domestik maupun industri sebagian diolah di pusat pengolahan limbah dan sebagian lagi yang tidak terolah masuk ke badan sungai. Air limbah baik domestik maupun industri mengandung zat organik yang besar.

2.1.4 Adaptabilitas Pengolahan Air Minum

2.1.4.1 Konsep Adaptabilitas dalam Pengolahan Air

Konsep adaptabilitas dalam pengolahan air merujuk pada kemampuan sistem untuk menyesuaikan diri dengan perubahan kondisi lingkungan serta kualitas air yang ingin dicapai. Menurut (Damayanti, 2024), perencanaan pembangunan akses air minum harus dinamis dan responsif terhadap perubahan lingkungan. Adaptabilitas ini sangat penting mengingat perubahan iklim dapat mempengaruhi ketersediaan dan kualitas sumber air baku. Sistem yang adaptif harus dirancang dengan fleksibilitas, sehingga dapat dengan mudah disesuaikan dengan perubahan kondisi operasional, termasuk kemampuan untuk mengubah proses pengolahan sesuai dengan karakteristik air baku yang berubah-ubah.

Penggunaan teknologi seperti sensor otomatis juga dapat meningkatkan adaptabilitas sistem, memungkinkan pemantauan parameter kualitas air baku secara *real-time*. Hal ini memungkinkan respon cepat dan

tindakan yang tepat dalam menghadapi perubahan mendadak pada kualitas air baku. Selain itu, sumber daya manusia juga berperan penting, pelatihan bagi tenaga kerja di bidang pengolahan air diperlukan untuk meningkatkan kemampuan mereka dalam menangani masalah seperti fluktuasi kualitas air. Dalam konteks ini, penggunaan teknologi seperti *Poly Aluminium Chloride* (PAC) menjadi relevan karena PAC menawarkan fleksibilitas dalam pengolahan air, mampu beradaptasi dengan berbagai jenis sumber air dan kondisi lingkungan.

2.1.4.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Adaptabilitas

Adaptabilitas pengolahan air minum dipengaruhi oleh berbagai faktor yang kompleks dan saling terkait, dengan variabilitas sumber air baku sebagai salah satu faktor utama. Ketersediaan air baku juga menjadi salah satu faktor yang penting. Menurut (Iman, et al., 2017), faktor yang mempengaruhi ketersediaan air adalah faktor iklim yang mempengaruhi ketersediaan air didominasi presipitasi/curah hujan, suhu, dan penguapan. Faktor non-iklim terdiri dari perubahan penggunaan lahan, penggunaan air seiring dengan perubahan populasi penduduk, gaya hidup, dan teknologi, serta kebutuhan lainnya. Oleh karena itu, faktor-faktor ini harus dipertimbangkan dalam perancangan dan pengoperasian sistem pengolahan air agar dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam penyediaan air bersih. Dengan perancangan yang tepat dan baik, serta penerapan teknologi inovatif, sistem pengolahan air dapat lebih efektif dalam memenuhi kebutuhan masyarakat akan akses terhadap air minum yang aman dan berkualitas, sekaligus mendukung keberlanjutan lingkungan.

2.1.5 Kualitas Air Minum

2.1.5.1 Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air minum mencakup berbagai aspek yang harus dievaluasi secara menyeluruh untuk memastikan keamanan dan kelayakan konsumsi, yang terdiri dari parameter fisik, kimia, dan mikrobiologis. Parameter fisik merupakan karakteristik yang dapat diamati secara langsung dan menjadi indikator awal kualitas air, meliputi kekeruhan, warna, bau, dan rasa. Kekeruhan merupakan parameter yang sangat penting karena

mengindikasikan keberadaan partikel tersuspensi dalam air, seperti tanah liat, lumpur, bahan organik, mikroorganisme, dan partikel-partikel halus lainnya. Tingkat kekeruhan yang tinggi tidak hanya mempengaruhi aspek estetika air tetapi juga dapat mengganggu efektivitas proses pengolahan air, khususnya dalam tahap disinfeksi karena partikel tersuspensi dapat melindungi mikroorganisme patogen dari paparan disinfektan. Selain itu, kekeruhan yang berlebihan dapat mengindikasikan adanya kontaminasi mikrobiologis dan berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan jika dikonsumsi tanpa pengolahan yang memadai.

2.1.5.2 Standar Kualitas Air Minum di Indonesia

Mutu dan karakteristik air ditentukan oleh jenis dan sifat bahan-bahan yang terkandung di dalamnya (Hisyam, 2015). Standar kualitas air minum di Indonesia ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Dalam peraturan tersebut terdapat berbagai parameter yang harus dicapai oleh penyedia layanan air minum. Parameter-parameter tersebut meliputi batas maksimum kekeruhan, pH, TDS, serta kandungan mikroorganisme patogen.

Tabel 2. 1 Parameter Kualitas Air Minum

No	Air Minum	Satuan	Batas Maksimum
Parameter Analisis			
A Fisika			
1	Suhu	°C	Suhu Udara ± 3
2	Total Dissolve Solid (TDS)	mg/L	<300
3	Kekeruhan	NTU	<3
4	Warna	TCU	10
5	Bau	-	Tak Berbau
B Kimia			
1	pH	-	6,5-8,5
2	Nitrat (Sebagai NO ₃) (Terlarut)	mg/L	20
3	Nitrit (Sebagai NO ₂) (Terlarut)	mg/L	3
4	Kromium valensi 6 (Cr ⁺) (Terlarut)	mg/L	0,01
5	Besi (Fe) (Terlarut)	mg/L	0,2
6	Mangan (Mn) (Terlarut)	mg/L	0,1
7	Kadmium (Cd) (Terlarut)	mg/L	0,003
8	Timbal (Pb) (Terlarut)	mg/L	0,01
C Bakteriologi			
1	Total Coliform	CFU/100ml	0

No	Air Minum	Satuan	Batas Maksimum
2	E.Coli	CFU/100ml	0

Sumber: Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia

Pentingnya standar ini adalah untuk melindungi kesehatan masyarakat dari risiko penyakit akibat konsumsi air yang terkontaminasi. Pengawasan terhadap kepatuhan terhadap standar ini dilakukan oleh pemerintah melalui instansi terkait seperti Dinas Kesehatan setempat.



2.2 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Lokasi	Ringkasan	Metodologi	Parameter	Hasil Penelitian
1	Eko Ary Priambodo (2016)	Surabaya, Indonesia	Kampus ITS dengan 25.000 civitas akademik membutuhkan air minum 171/detik dan berpotensi memanfaatkan air hujan (curah hujan 2.065 mm/tahun di area 187 ha). Penelitian ini merencanakan IPAM 3 unit menggunakan air baku limpasan hujan kelas 2 dengan kolam penampungan 4.458 m ² (dimanfaatkan 50% karena multifungsi) dan sistem pengolahan lengkap. Pembangunan bertahap dimulai kapasitas 6,5 L/detik dengan analisis kelayakan finansial dibanding menggunakan PDAM Surabaya.	Penelitian ini menggunakan metode perencanaan teknis dan analisis kelayakan finansial untuk merancang sistem pengolahan air minum kampus ITS. Metode yang diterapkan meliputi studi pendahuluan untuk menganalisis kualitas air baku dari limpasan air hujan, perencanaan teknis unit pengolahan air minum, perhitungan biaya investasi dan operasional, serta studi komparatif dengan biaya PDAM Surabaya.	Data air hujan yang bisa dimanfaatkan untuk jadi air baku serta biaya pembangunan, operasional dan perawatan.	Penelitian ini menunjukkan pembangunan IPAM Kampus ITS memerlukan investasi Rp. 1.736.606.095 dengan biaya produksi, operasional dan perawatan sebesar Rp. 1.976/m ³ yang lebih ekonomis dibandingkan menggunakan PDAM Surabaya. Namun, evaluasi teknis menunjukkan kapasitas kolam penampungan dan drainase eksisting tidak dapat memenuhi kebutuhan air sebesar 171/detik, sehingga diperlukan optimalisasi sistem drainase dan perluasan kapasitas kolam untuk memastikan ketersediaan air baku yang memadai.
2	Diah Sri Utami (2019)	Medan, Indonesia	Penelitian ini mengkaji efektivitas program Water Treatment Plant (WTP) dalam meningkatkan kualitas pelayanan air bersih di PDAM Tirtanadi cabang Sei Agul Medan.	Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan pengumpulan data melalui dokumentasi dan wawancara.	Tingkat kepuasan masyarakat terhadap pelayanan air bersih dan jangkauan distribusi air bersih.	Penelitian ini menunjukkan hasil bahwa program WTP belum efektif karena masih sedikit masyarakat Medan Timur yang mendapatkan suplai air bersih dan target pembangunan infrastruktur seperti pipa filtrasi, koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi tidak tercapai dalam waktu satu tahun.

3	Yang Kong, dkk (2023)	Jiangsu, China	Penelitian ini menganalisis adaptabilitas pencemaran air dan Advanced Industrial Structure (AIS) di Provinsi Jiangsu.	Menggunakan Grey Water Footprint (GWF) dan koefisien dekoupling Tapio.	Sumber pencemaran	Penelitian ini menunjukkan hasil GWF menurun 27% dengan sumber pencemaran berubah dari pertanian ke limbah domestik, sementara industri sekunder masih mendominasi meski struktur industri mengalami perkembangan.
4	Muhammad Riadi Harimuswarah, dkk (2022)	Sulawesi Selatan, Indonesia	Penelitian ini menganalisis rencana Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Regional Mamminasata yang melayani 4 wilayah (Makassar, Maros, Gowa, Takalar) dengan target 400.000 jiwa melalui 80.000 sambungan rumah. Instalasi Pengolahan Air (IPA) berkapasitas 1.000 L/detik dibangun di Somba Opu menggunakan air baku 1.100 L/detik dari Waduk Bilik-Bilik, kemudian didistribusikan melalui jaringan distribusi utama sepanjang 67,7 km ke <i>offtake</i> untuk melayani keempat wilayah tersebut.	Metode survei ketersediaan air baku dari DAM Bili-Bili, proyeksi penduduk menggunakan metode geometri, serta analisis kebutuhan air berdasarkan cakupan pelayanan dan konsumsi harian.	Debit air, kapasitas produksi, kebocoran, dan volume reservoir	Hasilnya, sistem ini dirancang untuk melayani 400.000 jiwa melalui 80.000 sambungan rumah dengan distribusi air curah 1.000 L/detik, meningkatkan cakupan layanan secara signifikan di keempat wilayah tersebut.

5	Hendra, dkk (2024)	Jambi, Indonesia	<p>Penelitian ini menganalisis pelayanan pengelolaan air bersih dari PDAM Tirta Mayang Kota Jambi menggunakan sistem kualitatif. Hasilnya menunjukkan bahwa masalah utama seperti air keruh disebabkan oleh kebocoran pipa dan aliran air selama 24 jam. Untuk mengatasinya, PDAM menerapkan sistem pengolahan melalui bangunan <i>intake</i>, <i>water treatment plant</i> (WTP), dan reservoir. selain itu, dilakukan pengecekan rutin, pengerukan saat kemarau, serta upaya perluasan layanan ke wilayah belum terjangkau melalui pembangunan <i>booster pump</i> dan rekayasa jaringan pipa.</p>	<p>Metode kualitatif melalui wawancara, observasi, dan dokumentasi. Dianalisis secara induktif dengan triangulasi data.</p>	<p>Kualitas air (fisik, kimia, dan biologis), sistem distribusi, dan respons terhadap kendala seperti kebocoran pipa dan sedimentasi.</p>	<p>Penelitian ini menunjukkan masih adanya kontaminasi akibat pipa bocor dan distribusi 24 jam yang mengangkat kotoran, namun PDAM mengatasi dengan sistem <i>intake</i>, WTP, dan reservoir, serta strategi pengembangan <i>booster pump</i> dan rekayasa jaringan untuk menjangkau wilayah belum terlayani.</p>
6	Siti Umi Kalsum, dkk (2022)	Jambi, Indonesia	<p>Penelitian ini membandingkan proses pengolahan air secara manual dan sistem SCADA di PERUMDA Tirta Mayang Kota Jambi. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem SCADA lebih efisien dengan kapasitas dua kali lipat (600 L/detik) dibanding manual (300 L/detik), menghasilkan air dengan kualitas lebih baik dalam hal kekeruhan dan pH, serta konsumsi bahan kimia dan listrik yang lebih hemat secara relatif. perbedaan signifikan terutama terdapat pada parameter kekeruhan air, serta keunggulan otomatisasi pengolahan pada sistem SCADA.</p>	<p>Penelitian ini menggunakan metode komparatif kuantitatif untuk membandingkan pengolahan air secara manual dan sistem SCADA .</p>	<p>pH, sisa klorin, dan kekeruhan.</p>	<p>Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem SCADA menghasilkan kualitas air lebih baik dengan kekeruhan lebih rendah (0,41-2,31 NTU) dibanding sistem manual (1,40-4,48 NTU), serta lebih efisien dalam penggunaan bahan kimia dan listrik, meskipun kapasitasnya dua kali lipat lebih besar.</p>