

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendekatan dan jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dan kualitatif dengan orientasi perencanaan. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk menganalisis tingkat pelayanan, kebutuhan air minum, kapasitas penyediaan, serta keseimbangan antara kebutuhan dan kapasitas penyediaan air minum. Pendekatan kualitatif digunakan untuk menjelaskan kondisi sistem penyediaan air minum, karakteristik spasial wilayah, keterkaitan antarwilayah, serta aspek kelembagaan yang berkaitan dengan pengembangan sistem penyediaan air minum.

Penelitian dilakukan secara bertahap sesuai dengan sasaran penelitian. Tahap pertama mengidentifikasi kondisi sistem penyediaan air minum berdasarkan komponen air baku, transmisi, dan distribusi. Tahap kedua menganalisis tingkat pelayanan, kebutuhan air minum, serta keseimbangan antara kebutuhan dengan kapasitas penyediaan. Tahap ketiga mengintegrasikan hasil analisis teknis dengan karakteristik spasial, dinamika perkembangan metropolitan, dan aspek kelembagaan untuk menentukan prioritas serta merumuskan konsep pengembangan sistem penyediaan air minum di Perkotaan Metropolitan Malang.

Dengan pendekatan tersebut, penelitian tidak hanya menghasilkan gambaran kondisi eksisting, tetapi juga menghasilkan arahan pengembangan yang disusun berdasarkan kondisi dan permasalahan masing-masing wilayah penelitian.

3.2 Lokasi, Waktu, Unit Analisis, dan Unit Observasi

Subbab ini menjelaskan lokasi dan waktu pelaksanaan penelitian, serta unit analisis dan unit observasi yang digunakan dalam penelitian. Penjelasan ini penting untuk memberikan batasan yang jelas mengenai ruang lingkup penelitian, baik dari sisi wilayah kajian maupun objek yang diamati, sehingga proses pengumpulan data dan analisis dapat dilakukan secara terarah dan sesuai dengan tujuan penelitian.

➤ Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Perkotaan Metropolitan Malang, Provinsi Jawa Timur. Wilayah penelitian terdiri atas 12 kecamatan, yaitu Kecamatan Kedungkandang, Sukun, Klojen, Blimbing, dan Lowokwaru di Kota Malang; Kecamatan Batu, Junrejo, dan Bumiaji di Kota Batu; serta Kecamatan Lawang, Tumpang, Kepanjen, dan Turen di Kabupaten Malang.

Wilayah tersebut mengikuti delineasi penelitian yang telah dijelaskan

pada Bab I. Kecamatan Lawang, Tumpang, Kepanjen, dan Turen digunakan sebagai batas operasional wilayah perkotaan karena data kependudukan, tingkat pelayanan, kebutuhan air, dan sebagian data sistem penyediaan air minum tersedia pada skala kecamatan. Kecamatan lain di luar delineasi tidak digunakan sebagai unit analisis.

Sumber air baku atau prasarana yang berada di luar delineasi tetap dapat dikaji apabila menjadi bagian dari sistem yang melayani wilayah penelitian. Keberadaan sumber di luar delineasi hanya digunakan untuk menjelaskan keterkaitan teknis sistem dan tidak menjadikan wilayah tempat sumber tersebut berada sebagai bagian dari unit analisis penelitian.

➤ Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tahun 2026. Pelaksanaan penelitian meliputi tahap persiapan, pengumpulan data, pengolahan data, analisis, perumusan konsep pengembangan, dan penyusunan laporan penelitian.

➤ Unit Analisis

Unit analisis dalam penelitian ini adalah kecamatan. Kecamatan digunakan sebagai dasar pengolahan dan penyajian data kependudukan, tingkat pelayanan, kebutuhan air minum, karakteristik spasial, dan prioritas pengembangan. Unit analisis berjumlah 12 kecamatan, yaitu lima kecamatan di Kota Malang, tiga kecamatan di Kota Batu, serta Kecamatan Lawang, Tumpang, Kepanjen, dan Turen di Kabupaten Malang.

Pemilihan kecamatan sebagai unit analisis didasarkan pada ketersediaan data yang relatif konsisten pada tingkat kecamatan, sehingga memungkinkan perbandingan kondisi pelayanan dan kebutuhan air minum antarwilayah.

➤ Unit Observasi

Unit observasi dalam penelitian ini meliputi:

- 1) sumber air baku dan bangunan pengambilan;
- 2) unit produksi dan sistem pengaliran;
- 3) jaringan transmisi;
- 4) reservoir;
- 5) jaringan distribusi;
- 6) wilayah pelayanan Perumda/PERUMDAM;
- 7) pelayanan HIPPAM atau KSM;
- 8) sistem bukan jaringan perpipaan;
- 9) lembaga pengelola dan instansi pemerintah terkait; serta
- 10) dokumen perencanaan, kebijakan, dan program pengembangan SPAM.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui survei sekunder dan survei primer. Survei sekunder digunakan untuk memperoleh data resmi, kuantitatif, dan terdokumentasi. Survei primer digunakan untuk memverifikasi kondisi

lapangan serta memperoleh informasi teknis dan kelembagaan yang belum tersedia dalam dokumen.

3.3.1 Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh melalui dokumen atau sumber yang telah tersedia. Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh melalui studi dokumen dan studi literatur dari berbagai sumber yang relevan dengan penelitian.

a) Studi dokumen

Studi ini dilakukan terhadap data dari instansi terkait seperti Perumda Air Minum, Badan Pusat Statistik (BPS), serta dokumen perencanaan daerah yang berkaitan dengan sistem penyediaan air minum. Sementara itu, studi literatur dilakukan dengan mengkaji buku dan jurnal ilmiah yang berkaitan dengan sistem penyediaan air minum guna memperkuat landasan teoritis serta metode analisis yang digunakan dalam penelitian.

Tabel 3. 1 Kebutuhan Data Sekunder

No	Sumber Data	Jenis Data Sekunder yang Dikumpulkan	Kegunaan
1	Perumda Air Minum Tugu Tirta Kota Malang, PERUMDAM Among Tirta Kota Batu, dan Perumda Tirta Kanjuruhan Kabupaten Malang.	Jenis dan lokasi sumber air baku; kapasitas sumber/produksi; debit produksi dan distribusi; sistem pengaliran; jaringan transmisi; reservoir dan kapasitasnya; wilayah pelayanan jaringan distribusi; jumlah pelanggan dan penduduk terlayani; cakupan pelayanan; kehilangan air/NRW; serta program dan rencana pengembangan.	Digunakan untuk analisis Sistem Air Baku, Sistem Transmisi, Sistem Distribusi, tingkat pelayanan, kapasitas penyediaan, keseimbangan kebutuhan dan kapasitas, serta perumusan konsep pengembangan.
2	BPS Kota Malang, BPS Kota Batu, dan BPS Kabupaten Malang.	Jumlah penduduk, jumlah rumah tangga/KK apabila tersedia, luas wilayah, kepadatan penduduk, batas administrasi, serta data karakteristik kegiatan wilayah yang relevan.	Digunakan sebagai dasar analisis tingkat pelayanan, perhitungan kebutuhan air minum, dan analisis deskriptif spasial, serta untuk menjelaskan karakteristik wilayah penelitian.

No	Sumber Data	Jenis Data Sekunder yang Dikumpulkan	Kegunaan
3	RISPAM Kota Malang, RISPAM Kota Batu, dan RISPAM Kabupaten Malang.	Data sistem eksisting, sumber air baku, kapasitas sistem, sistem pengaliran, reservoir, jaringan pelayanan, cakupan pelayanan, kehilangan air, target pelayanan, serta rencana pengembangan sistem.	Digunakan sebagai data teknis dan pembandingan kondisi eksisting, serta untuk analisis sistem penyediaan air minum, tingkat pelayanan, kapasitas penyediaan, keseimbangan kebutuhan dan kapasitas, dan konsep pengembangan.
4	RTRW, RPJMD, dan dokumen perencanaan daerah terkait	Struktur ruang, pusat kegiatan, fungsi wilayah, kawasan pertumbuhan, arahan pengembangan wilayah, serta arahan pengembangan infrastruktur air minum.	Digunakan untuk analisis deskriptif spasial, penentuan prioritas pengembangan, dan sintesis konsep pengembangan aspek spasial.
5	Dinas PUPR/Cipta Karya, pemerintah desa/kelurahan, pengelola HIPPAM/KSM, database pemerintah, RISPAM, dan sumber terdokumentasi terkait	Jumlah dan lokasi HIPPAM; sumber air; debit sumber atau produksi; sistem pengaliran; tandon; jaringan distribusi; jumlah sambungan rumah/KK terlayani; wilayah pelayanan; serta informasi kelembagaan pengelola.	Digunakan untuk analisis kondisi Sistem HIPPAM, tingkat pelayanan HIPPAM, kapasitas/debit HIPPAM, persebaran pelayanan, aspek kelembagaan, dan perumusan konsep pengembangan.

Sumber: Penulis, 2026

Data kewilayahan yang digunakan dalam penelitian disesuaikan dengan unit analisis pada tingkat kecamatan. Data kependudukan, luas wilayah, kepadatan penduduk, tingkat pelayanan, dan kebutuhan air dihimpun untuk 12 kecamatan penelitian. Sementara itu, data teknis seperti kapasitas produksi, debit distribusi, reservoir, dan jaringan pelayanan mengikuti skala data operator atau unit pelayanan yang tersedia. Data teknis pada tingkat kota atau sistem pelayanan tidak dialokasikan secara asumsi kepada setiap kecamatan apabila tidak tersedia informasi pembagian kapasitas atau debit pelayanan.

b) Studi Literatur

Selain data sekunder empiris sebagaimana disajikan pada Tabel 3.1, penelitian ini juga menggunakan studi literatur berupa buku, jurnal ilmiah, regulasi, dan dokumen kebijakan yang relevan. Studi literatur digunakan untuk memperkuat landasan teori, memperjelas konsep penelitian, serta mendukung penyusunan metode analisis. Kajian literatur difokuskan pada konsep sistem penyediaan air minum, tingkat pelayanan, kebutuhan air minum, keseimbangan kebutuhan dan kapasitas, kawasan metropolitan, serta pengembangan sistem penyediaan air minum secara teknis, spasial, dan kelembagaan.

3.3.2 Pengumpulan Data Primer

Data primer dalam penelitian ini diperoleh secara langsung melalui teknik observasi dan wawancara. Data primer digunakan untuk memperoleh informasi faktual di lapangan serta memahami aspek non-teknis yang tidak dapat diperoleh dari data sekunder, seperti kondisi pelayanan, pengelolaan sistem, serta koordinasi antarwilayah dalam penyediaan air minum. Menurut Sugiyono (2019), data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari sumber utama melalui teknik seperti observasi dan wawancara.

a) Observasi

Pengumpulan data melalui observasi dilakukan untuk memperoleh gambaran kondisi eksisting sistem penyediaan air minum di Perkotaan Metropolitan Malang. Observasi difokuskan pada komponen sistem yang dapat diamati secara langsung, seperti sumber air baku, bangunan pengambilan, reservoir atau tandon, jaringan transmisi dan distribusi yang terlihat, serta kondisi umum wilayah pelayanan. Observasi digunakan untuk mengetahui kondisi fisik prasarana serta melengkapi dan memverifikasi informasi yang diperoleh dari dokumen resmi.

b) Wawancara

Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur kepada pihak yang memahami perencanaan, pengelolaan, dan pelayanan sistem penyediaan air minum. Wawancara tidak digunakan sebagai dasar utama dalam perhitungan kebutuhan air, kapasitas penyediaan, maupun tingkat pelayanan. Data kuantitatif untuk perhitungan tetap mengacu pada data resmi dari BPS, RISPAM, Perumda/PERUMDAM, serta sumber data HIPPAM yang terdokumentasi.

Wawancara digunakan untuk memverifikasi dan memperjelas data sekunder, terutama mengenai keterkaitan sumber air baku dengan wilayah pelayanan, sistem pengaliran, fungsi reservoir atau tandon, kondisi jaringan, peran HIPPAM, kendala pelayanan, pengelolaan sistem, serta hubungan dan koordinasi lintas wilayah. Hasil wawancara kemudian dibandingkan dengan dokumen, peta, dan data teknis yang tersedia untuk memperkuat interpretasi dalam analisis.

Tabel 3. 2 Kebutuhan Data Primer

Teknik	Informan/objek	Informasi yang diverifikasi	Kegunaan
Wawancara	Perumda Air Minum Tugu Tirta	Hubungan sumber dengan wilayah pelayanan, sistem transmisi dan distribusi, kendala pelayanan, serta pengelolaan sumber lintas wilayah	Memverifikasi dan memperjelas data Sistem Kota Malang
	PERUMDAM Among Tirta	Hubungan Sumber Darmi, Binangun, Banyuning, Gemulo, Torong Belok, Kasinan, dan Ngesong dengan wilayah pelayanan	Memverifikasi data Sistem Kota Batu dan pembagian pelayanan antarkecamatan
	Perumda Tirta Kanjuruhan	Hubungan sumber dan wilayah pelayanan Unit Kepanjen, Lawang, Tumpang, dan Turen	Memverifikasi data empat unit pelayanan Kabupaten Malang
	Bappeda dan perangkat daerah terkait	Kebijakan, program, peran kelembagaan, dan koordinasi pengembangan	Mendukung analisis aspek kelembagaan
Observasi	Sumber, reservoir, tandon, atau prasarana yang dikunjungi	Kondisi umum prasarana yang dapat diamati	Mendukung verifikasi kondisi fisik

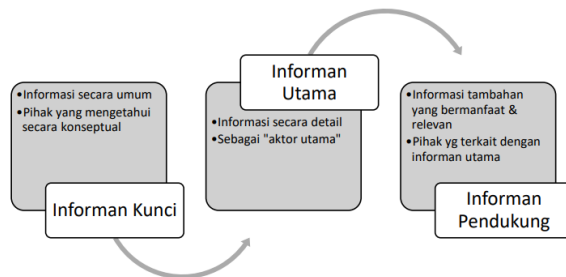
Sumber: Penulis, 2026

Meskipun beberapa informasi pada data primer dan data sekunder membahas objek yang serupa, keduanya memiliki fungsi yang berbeda dalam penelitian. Data sekunder digunakan sebagai data utama yang bersifat resmi, kuantitatif, dan terdokumentasi, sedangkan data primer digunakan untuk melengkapi, memverifikasi, dan memperdalam informasi yang diperoleh dari data sekunder, terutama terkait kondisi aktual di lapangan, kendala sistem, dan aspek kelembagaan.

3.4 Teknik Penentuan Informan

Penelitian ini menggunakan teknik purposive sampling dalam menentukan informan penelitian. Menurut Sugiyono (2019:133), purposive sampling adalah teknik pengambilan sampel sumber data dengan pertimbangan tertentu, yaitu informan yang dianggap paling mengetahui dan memahami permasalahan yang diteliti. Teknik ini dipilih karena peneliti menilai bahwa tidak semua pihak memiliki pengetahuan dan pengalaman

yang relevan terhadap fokus penelitian. Oleh karena itu, hanya individu atau pihak tertentu yang memenuhi kriteria spesifik yang dijadikan informan penelitian. Menurut Ade Heryana (2018), informan adalah subjek penelitian yang dapat memberikan informasi mengenai fenomena atau permasalahan yang diangkat dalam penelitian. Informan berperan penting dalam memberikan data, pandangan, dan pengalaman empiris yang relevan dengan fokus penelitian.



Gambar 3. 1 Alur Penentuan Infomasn dengan Teknik Purposive Sampling

Dalam penelitian ini, purposive sampling digunakan untuk memilih informan kunci (pengambil kebijakan), informan utama (pelaksana teknis dan perencana), serta informan pendukung (pemberi data pelengkap, penguat, atau verifikasi) yang memahami sistem penyediaan air minum di Perkotaan metropolitan Malang. Informan yang dipilih terdiri dari informan kunci, informan utama, dan informan pendukung yang memiliki peran berbeda sesuai dengan kebutuhan penelitian.

Tabel 3. 3 Penentuan Kriteria Informan

Jenis Informan	Instansi/Pihak	Kriteria Informan	Deskripsi
Informan Kunci	Bappeda Kota Malang, Kabupaten Malang, dan Kota Batu	Memiliki pemahaman menyeluruh mengenai kebijakan pembangunan wilayah, arahan pengembangan kawasan, dan perencanaan infrastruktur air minum pada skala daerah maupun kawasan	Bappeda dipilih sebagai informan kunci karena berperan dalam perumusan kebijakan pembangunan daerah, sinkronisasi program lintas sektor, serta perencanaan pengembangan wilayah yang berkaitan dengan penyediaan air minum

Jenis Informan	Instansi/Pihak	Kriteria Informan	Deskripsi
		metropolitan	pada skala metropolitan
Informan Utama	Perumda Tugu Tirta Kota Malang, Perumda Tirta Kanjuruhan Kabupaten Malang, Perumdam Among Tirta Kota Batu	Terlibat secara langsung dalam pengelolaan, operasional, dan pelayanan sistem penyediaan air minum, serta memiliki data teknis mengenai sumber air, kapasitas produksi, jaringan distribusi, dan cakupan pelayanan	Perumda Air Minum dipilih sebagai informan utama karena merupakan lembaga yang bertanggung jawab secara langsung dalam pengelolaan sumber air, produksi, distribusi, dan pelayanan air minum kepada masyarakat di wilayah masing-masing
Informan Pendukung	Dinas PUPR dan/atau Dinas Cipta Karya Kota Malang, Kabupaten Malang, dan Kota Batu	Memiliki pengetahuan dan keterlibatan dalam pembangunan infrastruktur, pengembangan jaringan, serta dukungan teknis terhadap sistem penyediaan air minum	Dinas PUPR/Dinas Cipta Karya dipilih sebagai informan pendukung karena berperan dalam pembangunan infrastruktur, pengembangan jaringan, serta penyediaan data pelengkap yang dapat digunakan untuk memperkuat dan memverifikasi informasi dari informan kunci dan informan utama

Sumber: Penulis, 2026

3.5 Metode Analisis Data

Metode analisis data adalah serangkaian langkah di mana data yang telah dikumpulkan selama proses penelitian akan melalui proses analisis untuk mengatasi aspek-aspek permasalahan yang diidentifikasi dalam penelitian tersebut. Pada penelitian ini digunakan enam metode analisis, yaitu analisis sistem penyediaan air minum, analisis tingkat pelayanan air minum, analisis

kebutuhan air minum, analisis keseimbangan kebutuhan dan kapasitas penyediaan air minum, analisis deskriptif spasial, serta analisis sintesis perencanaan.

Analisis kewilayahan dilakukan pada 12 kecamatan sebagai unit analisis penelitian. Data dihitung dan disajikan pada tingkat kecamatan apabila tersedia. Apabila data teknis, terutama kapasitas produksi, hanya tersedia pada tingkat kota atau unit pelayanan, analisis dilakukan sesuai skala data tersebut tanpa membaginya secara asumtif kepada setiap kecamatan. Aspek kelembagaan tidak dianalisis sebagai metode yang berdiri sendiri, tetapi dikaji secara deskriptif berdasarkan hasil wawancara dan dokumen kebijakan, kemudian diintegrasikan dalam analisis sintesis perencanaan.

3.5.1 Analisis Karakteristik Sistem Penyediaan Air Minum

Analisis karakteristik Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) digunakan untuk menjawab Sasaran 1 penelitian, yaitu mengidentifikasi kondisi eksisting sistem penyediaan air minum pada wilayah penelitian. Analisis dilakukan dengan mengkaji karakteristik komponen utama sistem penyediaan air minum yang meliputi sumber air baku, sistem transmisi, sistem distribusi, kapasitas penyediaan, wilayah pelayanan, kehilangan air, serta kelembagaan pengelola.

Kajian karakteristik sistem dilakukan untuk mengetahui kondisi eksisting, keterkaitan antar komponen, pola pelayanan, serta permasalahan utama pada masing-masing sistem/unit pelayanan. Analisis ini menggunakan pendekatan inventarisasi dan evaluasi kondisi sistem, namun tidak diarahkan pada evaluasi teknis rinci seperti perhitungan hidraulik jaringan, analisis tekanan pipa, diameter pipa, maupun spesifikasi teknis pompa. Pembahasan difokuskan pada karakteristik sistem dan keterkaitannya dalam skala perencanaan wilayah dan kota.

Bentuk pelayanan air minum dalam penelitian ini terdiri atas pelayanan jaringan perpipaan dan bukan jaringan perpipaan. Pelayanan jaringan perpipaan meliputi sistem yang dikelola oleh Perumda/PERUMDAM serta jaringan perpipaan berbasis HIPPAM. Kedua bentuk pelayanan tersebut dianalisis berdasarkan karakteristik pengelola, wilayah pelayanan, kapasitas penyediaan, serta keterkaitannya dalam sistem pelayanan air minum wilayah penelitian. Sementara itu, sistem bukan jaringan perpipaan digunakan untuk menggambarkan pelayanan air minum masyarakat di luar jaringan perpipaan yang dikelola oleh institusi formal.

Hasil analisis karakteristik Sistem Penyediaan Air Minum berupa gambaran kondisi eksisting masing-masing sistem/unit pelayanan, meliputi karakteristik sumber air baku, sistem pelayanan, keterkaitan antarwilayah,

serta permasalahan utama penyediaan air minum. Hasil analisis tersebut menjadi dasar dalam analisis tingkat pelayanan, kebutuhan dan kapasitas penyediaan air minum, analisis spasial wilayah prioritas, serta perumusan konsep pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum di Perkotaan Metropolitan Malang.

3.5.2 Analisis Tingkat Pelayanan

Analisis tingkat pelayanan digunakan untuk mengetahui cakupan pelayanan air minum pada setiap kecamatan di wilayah penelitian. Analisis mencakup pelayanan Perumda/PERUMDAM dan HIPPAM sebagai bentuk pelayanan jaringan perpipaan, serta sistem bukan jaringan perpipaan sebagai bentuk pelayanan lainnya. Analisis dilakukan untuk melihat perbedaan cakupan dan struktur pelayanan air minum antarwilayah.

Tahapan perhitungannya sebagai berikut.

Rumus cakupan pelayanan yang digunakan adalah:

Keterangan:

$$C = \frac{P_t}{P} \times 100\%$$

C = persentase cakupan pelayanan (%)

P_t = jumlah penduduk terlayani (jiwa)

P = jumlah penduduk total (jiwa)

Pada Kota Malang dan Kota Batu, tingkat pelayanan Perumda/PERUMDAM dihitung menggunakan data jumlah penduduk terlayani terhadap jumlah penduduk masing-masing kecamatan. Pada Kepanjen, Lawang, Tumpang, dan Turen, data pelayanan Perumda tersedia dalam bentuk persentase cakupan pelayanan sehingga nilai tersebut digunakan sebagai indikator tingkat pelayanan masing-masing unit. Estimasi jumlah penduduk terlayani dihitung berdasarkan jumlah penduduk kecamatan dan persentase cakupan pelayanan yang tersedia. Untuk memperoleh estimasi jumlah penduduk terlayani sebagai bagian dari penyajian hasil analisis, digunakan persamaan:

$$P_t = P \times \frac{C}{100}$$

Keterangan:

P_t = estimasi jumlah penduduk terlayani Perumda (jiwa)

P = jumlah penduduk kecamatan (jiwa)

C = cakupan pelayanan Perumda (%)

Data pelayanan HIPPAM Kota Malang tersedia dalam satuan kepala

keluarga (KK). Untuk menyetarakan data tersebut menjadi estimasi jumlah penduduk terlayani, digunakan rata-rata 4 jiwa per rumah tangga sebagaimana dasar konversi yang telah dijelaskan pada Bab II. Estimasi jumlah penduduk terlayani HIPPAM dihitung menggunakan persamaan:

$$P_h = KK_h \times 4$$

Keterangan:

Ph = estimasi penduduk terlayani HIPPAM (jiwa)

KKh = jumlah kepala keluarga terlayani HIPPAM (KK)

4 = rata-rata jumlah jiwa per rumah tangga

Selanjutnya, cakupan pelayanan HIPPAM dihitung dengan membandingkan estimasi penduduk terlayani HIPPAM terhadap jumlah penduduk kecamatan:

$$C_h = \frac{P_h}{P} \times 100\%$$

Keterangan:

Ch = cakupan pelayanan HIPPAM (%)

Ph = estimasi penduduk terlayani HIPPAM (jiwa)

P = jumlah penduduk kecamatan (jiwa)

Pelayanan HIPPAM Kota Malang dianalisis secara terpisah dari pelayanan Perumda karena belum dapat dipastikan bahwa kedua sistem melayani kelompok penduduk yang berbeda. Hasil perhitungan digunakan untuk menunjukkan cakupan dan peran jaringan HIPPAM pada masing-masing kecamatan tanpa menjumlahkannya secara langsung dengan cakupan Perumda.

Selain data pelayanan PERUMDAM berdasarkan jumlah penduduk, Kota Batu memiliki data pelayanan PERUMDAM dan HIPPAM dalam satuan rumah. Kesamaan satuan tersebut digunakan untuk mengetahui proporsi rumah yang memperoleh pelayanan PERUMDAM, HIPPAM, serta pelayanan perpipaan secara keseluruhan.

Cakupan pelayanan PERUMDAM berdasarkan rumah dihitung dengan:

$$C_{pr} = \frac{R_p}{R_t} \times 100\%$$

Cakupan pelayanan HIPPAM berdasarkan rumah dihitung dengan:

$$C_{hr} = \frac{R_h}{R_t} \times 100\%$$

Sedangkan pelayanan perpipaan total dihitung dengan:

$$C_g = \frac{R_p + R_h}{R_t} \times 100\%$$

Keterangan:

Cpr = cakupan pelayanan PERUMDAM berdasarkan rumah (%)

Chr = cakupan pelayanan HIPPAM berdasarkan rumah (%)

Cg = cakupan pelayanan perpipaan total berdasarkan rumah (%)

Rp = jumlah rumah yang dilayani PERUMDAM (rumah)

Rh = jumlah rumah yang dilayani HIPPAM (rumah)

Rt = jumlah rumah pada wilayah analisis (rumah)

Pelayanan perpipaan total menunjukkan proporsi rumah yang memperoleh pelayanan melalui jaringan PERUMDAM maupun HIPPAM terhadap jumlah rumah pada masing-masing kecamatan. Penggabungan dapat dilakukan karena data PERUMDAM, HIPPAM, dan jumlah rumah menggunakan basis data yang sama dan telah dibedakan berdasarkan bentuk pelayanannya. Analisis berbasis rumah ini digunakan khusus untuk menggambarkan struktur pelayanan perpipaan Kota Batu dan dibedakan dari tingkat pelayanan PERUMDAM berdasarkan jumlah penduduk.

Pada Kecamatan Kepanjen, Lawang, Tumpang, dan Turen, data HIPPAM telah dilengkapi dengan persentase akses pelayanan. Oleh karena itu, jumlah sambungan rumah HIPPAM tidak dikonversi menggunakan faktor rata-rata anggota rumah tangga. Estimasi penduduk terlayani dihitung secara langsung berdasarkan jumlah penduduk dan persentase akses HIPPAM dengan persamaan:

$$P_h = P \times \frac{C_h}{100}$$

Keterangan:

Ph = estimasi penduduk terlayani HIPPAM (jiwa)

P = jumlah penduduk kecamatan (jiwa)

Ch = persentase akses HIPPAM (%)

Persentase akses HIPPAM digunakan sebagai dasar utama karena telah tersedia pada data sumber, sedangkan jumlah sambungan rumah tetap digunakan sebagai informasi mengenai skala pelayanan HIPPAM pada masing-masing kecamatan.

Cakupan pelayanan Perumda/PERUMDAM dan HIPPAM disajikan secara terpisah apabila belum dapat dipastikan bahwa kedua sistem melayani kelompok penduduk yang berbeda. Penggabungan hanya dilakukan pada wilayah yang memiliki basis data yang sama dan tidak menimbulkan penghitungan ganda, seperti pada Kota Batu. Sistem bukan jaringan perpipaan digunakan untuk menunjukkan bentuk pelayanan air minum di luar jaringan perpipaan dan tidak dijumlahkan ke dalam cakupan jaringan apabila dasar datanya tidak dapat disetarakan. Penyesuaian tumpang tindih pelayanan menggunakan prinsip pencegahan penghitungan ganda. Cakupan

Perumda/PERUMDAM dan HIPPAM hanya dijumlahkan apabila menggunakan basis data yang sama dan kelompok pelayanan dapat dipastikan tidak tumpang tindih. Apabila overlap tidak dapat diverifikasi, pelayanan kedua sistem disajikan secara terpisah.

Output analisis berupa tingkat cakupan pelayanan Perumda/PERUMDAM, tingkat atau peran pelayanan HIPPAM, struktur pelayanan perpipaan pada wilayah yang basis datanya memungkinkan untuk digabungkan, serta identifikasi wilayah yang masih memiliki keterbatasan jangkauan pelayanan air minum.

3.5.3 Analisis Kebutuhan Air minum

Analisis kebutuhan air minum digunakan untuk menghitung kebutuhan air minum pada setiap kecamatan di Perkotaan Metropolitan Malang. Analisis meliputi kebutuhan domestik, kebutuhan non-domestik, kehilangan air rencana, dan kebutuhan air total. Hasil perhitungan dikonversikan dari liter per hari menjadi liter per detik agar dapat dibandingkan dengan kapasitas produksi sistem penyediaan air minum.

A. Analisis Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik merupakan kebutuhan air untuk memenuhi kegiatan rumah tangga, seperti minum, memasak, mandi, mencuci, dan sanitasi (Mohammad Ramdhan Olii et.,al 2024). Kebutuhan air domestik dihitung berdasarkan jumlah penduduk dan standar kebutuhan air domestik perkapita.

Dalam penelitian ini, standar kebutuhan air domestik yang digunakan sebesar 190 liter per orang per hari sesuai kategori kota metropolitan. Standar tersebut digunakan sebagai kebutuhan normatif perencanaan pada seluruh wilayah penelitian, bukan sebagai konsumsi aktual pelanggan. Penggunaan standar yang sama dimaksudkan agar kebutuhan antarkecamatan dapat dibandingkan dalam satu kerangka Perkotaan Metropolitan Malang.

Rumus:

$$Q_d = Y \times S_d$$

Dimana :

Q_d = Kebutuhan air domestik (liter/hari)

S_d = Standar kebutuhan air domestik (liter/orang/hari)

Y = Jumlah penduduk (jiwa)

B. Analisis Kebutuhan Non-Domestik

Menurut Mohammad Ramdhan Olii et.,al (2024) kebutuhan air non domestik merupakan kebutuhan air yang digunakan untuk memenuhi

keperluan di luar rumah tangga yang meliputi: niaga, Kesehatan, perkantoran, Pendidikan, sosial dan peribadatan. Anastasya Feby Makawimbang et.,al 2017 juga menjelaskan bahwa kebutuhan air non-domestik merupakan kebutuhan air minum yang diperuntukkan bagi berbagai sarana dan prasarana di suatu wilayah, baik yang telah ada maupun yang direncanakan sesuai dengan rencana tata ruang. Sarana dan prasarana tersebut mencakup kepentingan sosial atau umum, seperti fasilitas pendidikan, tempat ibadah, dan layanan kesehatan, serta kepentingan komersial, seperti perhotelan, perkantoran, restoran, dan kegiatan lainnya.

Dalam penelitian ini, kebutuhan air non-domestik dihitung menggunakan pendekatan proporsional terhadap kebutuhan air domestik. Faktor kebutuhan air non-domestik yang digunakan sebesar 15% dari kebutuhan air domestik. Faktor tersebut dipilih berdasarkan batas bawah rentang kebutuhan air non-domestik perkotaan sebesar 15% hingga 30% dari kebutuhan domestik.

Rumus: $Q_n = Q_d \times S_n$

Keterangan :

Q_n = Kebutuhan air non domestik (liter/hari)

Q_d = Kebutuhan air domestik (liter/hari)

S_n = faktor kebutuhan air non-domestik sebesar 15% atau 0,15

C. Analisis Kehilangan Air

Dalam penelitian ini, kehilangan air sebesar 20% digunakan sebagai faktor kehilangan air rencana dalam perhitungan kebutuhan air minum total. Nilai tersebut bukan merupakan NRW aktual masing-masing Perumda/PERUMDAM. NRW aktual digunakan untuk menggambarkan kondisi efisiensi sistem eksisting pada analisis Sistem Distribusi.

Faktor kehilangan air ditetapkan sebesar 20% dari jumlah kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non-domestik. Nilai tersebut digunakan sebagai faktor kehilangan air rencana sesuai parameter perencanaan yang telah ditetapkan pada BAB II.

Rumus : $Q_a = (Q_d + Q_n) \times r_a$

Keterangan:

Q_a = Kehilangan air (liter/hari)

Q_d = Kebutuhan air domestik (liter/hari)

Q_n = Kebutuhan air non domestik (liter/hari)

r_a = Faktor persentase kehilangan air sebesar 20% atau 0,20

D. Analisis kebutuhan Air Total

Kebutuhan air total merupakan penjumlahan kebutuhan air domestik, kebutuhan air non-domestik, dan kehilangan air. Nilai kebutuhan air total digunakan sebagai dasar untuk menganalisis keseimbangan antara

kebutuhan air minum dan kapasitas penyediaan air minum.

Rumus : $Q_t = Q_d + Q_n + Q_a$

Keterangan:

Q_t = Kebutuhan air total (liter/hari)

Q_d = Kebutuhan air domestik (liter/hari)

Q_n = Kebutuhan air non-domestik (liter/hari)

Q_a = Kehilangan air (liter/hari)

Hasil kebutuhan air total selanjutnya dikonversikan dari liter per hari menjadi liter per detik dengan rumus sebagai berikut:

$Q_t \text{ (liter/detik)} = Q_t \text{ (liter/hari)} / 86.400$

Keterangan:

86.400 = jumlah detik dalam satu hari

Nilai kebutuhan air total dalam satuan liter per detik digunakan sebagai dasar untuk menganalisis keseimbangan antara kebutuhan air minum total dan kapasitas produksi air minum. Hasil perbandingan tersebut digunakan untuk mengetahui kondisi surplus, seimbang, atau defisit.

Perhitungan kebutuhan air minum dilakukan pada setiap kecamatan berdasarkan seluruh jumlah penduduk, baik yang dilayani Perumda/PERUMDAM, HIPPAM, sistem bukan jaringan perpipaan, maupun yang belum memperoleh pelayanan jaringan. HIPPAM tidak dihitung sebagai komponen kebutuhan tambahan karena penduduk yang dilayani HIPPAM telah termasuk dalam jumlah penduduk kecamatan.

Tujuan analisis kebutuhan air minum adalah untuk mengetahui besarnya kebutuhan air minum saat ini dan sebagai dasar untuk melihat kecukupan sistem penyediaan air minum yang ada. Hasil analisis ini digunakan dalam analisis kesenjangan antara ketersediaan dan kebutuhan air minum, serta sebagai input utama dalam perumusan konsep pengembangan sistem penyediaan air minum.

3.5.4 Analisis Keseimbangan Kebutuhan dan Kapasitas

Penyediaan Air minum

Analisis keseimbangan kebutuhan dan kapasitas digunakan untuk mengetahui kemampuan sistem penyediaan air minum dalam memenuhi kebutuhan air minum total. Analisis dilakukan pada Sistem Kota Malang, Sistem Kota Batu, Unit Kepanjen, Unit Lawang, Unit Tumpang, dan Unit Turen. Kebutuhan lima kecamatan di Kota Malang dijumlahkan dan dibandingkan dengan kapasitas Sistem Kota Malang. Kebutuhan tiga kecamatan di Kota Batu dijumlahkan dan dibandingkan dengan kapasitas Sistem Kota Batu, sedangkan Kepanjen, Lawang, Tumpang, dan Turen dianalisis berdasarkan kapasitas masing-masing unit pelayanan.

Kapasitas penyediaan dalam analisis terdiri atas kapasitas produksi Perumda/PERUMDAM dan debit produksi HIPPAM yang tersedia pada

masing-masing sistem analisis. Kedua komponen dijumlahkan karena keduanya merupakan bagian dari pelayanan jaringan perpipaan dan data kapasitas atau debit tersedia secara terpisah pada masing-masing sistem. Sistem bukan jaringan perpipaan tidak dimasukkan ke dalam kapasitas penyediaan gabungan karena data debitnya tidak tersedia secara seragam dan pelayanannya bersifat individual atau lokal.

Rumus kapasitas gabungan, selisih keseimbangan, dan rasio pemenuhan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}Q_g &= Q_p + Q_h \\S_k &= Q_g - Q_t \\R &= \frac{Q_g}{Q_t} \times 100\%\end{aligned}$$

Keterangan:

- Q_g = kapasitas penyediaan gabungan (liter/detik)
- Q_p = kapasitas Perumda/PERUMDAM (liter/detik)
- Q_h = debit produksi HIPPAM (liter/detik)
- Q_t = kebutuhan air minum total (liter/detik)
- S_k = selisih keseimbangan (liter/detik)
- R = rasio pemenuhan kebutuhan (%)

Hasil selisih keseimbangan digunakan untuk mengetahui kondisi kemampuan penyediaan air minum pada masing-masing sistem. Apabila nilai S_k lebih besar dari nol, maka kapasitas penyediaan gabungan lebih besar daripada kebutuhan air minum total sehingga berada pada kondisi surplus. Apabila nilai S_k sama dengan nol, maka kapasitas penyediaan gabungan sama dengan kebutuhan sehingga berada pada kondisi seimbang. Sementara itu, apabila nilai S_k lebih kecil dari nol, maka kapasitas penyediaan gabungan lebih kecil daripada kebutuhan sehingga berada pada kondisi defisit.

Rasio pemenuhan digunakan untuk menunjukkan persentase kemampuan kapasitas penyediaan gabungan dalam memenuhi kebutuhan air minum total. Rasio sebesar 100% menunjukkan bahwa kapasitas penyediaan sama dengan kebutuhan, rasio di atas 100% menunjukkan kapasitas telah melebihi kebutuhan, sedangkan rasio di bawah 100% menunjukkan bahwa kapasitas penyediaan belum mampu memenuhi kebutuhan air minum total.

Output analisis berupa kapasitas penyediaan gabungan, selisih antara kapasitas penyediaan dan kebutuhan air minum total, rasio pemenuhan kebutuhan, serta kondisi surplus, seimbang, atau defisit pada masing-masing sistem analisis.

3.5.5 Analisis Deskriptif Spasial dan Dinamika Metropolitan

Analisis deskriptif spasial digunakan untuk menghubungkan kondisi sistem penyediaan air minum dengan karakter wilayah pada 12 kecamatan penelitian. Analisis mempertimbangkan cakupan pelayanan, kebutuhan air minum, rasio pemenuhan kebutuhan, kepadatan penduduk, fungsi wilayah,

topografi, pusat kegiatan, serta perkembangan peri-urban, aglomerasi, dan gejala konurbasi Perkotaan Metropolitan Malang.

Penentuan prioritas pengembangan dilakukan menggunakan skoring sederhana berdasarkan empat indikator yang dapat dibandingkan pada seluruh kecamatan, yaitu cakupan pelayanan Perumda/PERUMDAM, kebutuhan air minum, kepadatan penduduk, dan rasio pemenuhan kebutuhan penanganan yang semakin besar. Seluruh indikator mempunyai nilai yang sama dan tidak menggunakan pembobotan.

Output analisis berupa sintesis kondisi antarwilayah, keterkaitan pelayanan dengan dinamika metropolitan, klasifikasi prioritas pengembangan, dan peta prioritas.

Tabel 3. 4 Kriteria Skoring Prioritas Pengembangan

Indikator	Skor 1	Skor 2	Skor 3
Cakupan pelayanan Perumda/PERUMDAM	$\geq 75\%$	50–<75%	<50%
Kebutuhan air minum	<300 l/det	300–500 l/det	>500 l/det
Kepadatan penduduk	<2.500 jiwa/km ²	2.500–7.500 jiwa/km ²	>7.500 jiwa/km ²
Rasio pemenuhan kebutuhan	>80%	50–80%	<50%

Total skor diperoleh dengan menjumlahkan skor seluruh indikator:

Skor Total = Skor Cakupan + Skor Kebutuhan + Skor Kepadatan + Skor Rasio Pemenuhan

Klasifikasi prioritas ditetapkan sebagai berikut:

- Prioritas I = skor 9–12
- Prioritas II = skor 6–8
- Prioritas III = skor 4–5

Prioritas I menunjukkan wilayah dengan kebutuhan penanganan relatif tinggi, Prioritas II menunjukkan kebutuhan pengembangan menengah, sedangkan Prioritas III menunjukkan kondisi yang relatif lebih baik. Hasil skoring tidak digunakan untuk menilai kinerja operator, tetapi sebagai dasar menentukan urutan pengembangan pelayanan.

Perkembangan peri-urban, aglomerasi, gejala konurbasi, fungsi wilayah, topografi, dan pusat kegiatan digunakan untuk menjelaskan arah pengembangan spasial setelah prioritas ditentukan dan tidak menjadi skor tambahan. Output analisis berupa hasil skoring, klasifikasi Prioritas I–III, interpretasi spasial, dan peta prioritas.

3.5.6 Analisis Sintesis Perencanaan

Analisis sintesis perencanaan digunakan untuk merumuskan konsep pengembangan sistem penyediaan air minum di Perkotaan Metropolitan Malang berdasarkan hasil seluruh analisis sebelumnya. Sintesis dilakukan dengan mengintegrasikan hasil analisis kondisi sistem penyediaan air minum, tingkat pelayanan, kebutuhan air minum, keseimbangan kebutuhan dan kapasitas, analisis deskriptif spasial, serta kondisi kelembagaan.

Proses sintesis dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan, potensi, dan kebutuhan pengembangan pada masing-masing wilayah pelayanan. Permasalahan menunjukkan keterbatasan sistem eksisting, rendahnya cakupan pelayanan, ketidakseimbangan kebutuhan dan kapasitas,

kehilangan air, keterbatasan jaringan, serta kendala pengelolaan dan koordinasi. Potensi mencakup ketersediaan sumber air baku, kapasitas sistem yang masih dapat dikembangkan, jaringan dan prasarana yang telah tersedia, keberadaan HIPPAM, karakter wilayah yang mendukung sistem pelayanan, serta peluang kerja sama antarwilayah dan antarlembaga.

Sintesis menghasilkan arahan pengembangan teknis, spasial, dan kelembagaan. Aspek teknis mencakup penguatan sumber dan kapasitas penyediaan, transmisi, reservoir/tandon, distribusi, serta pengendalian kehilangan air pada skala sistem pelayanan. Aspek spasial menghubungkan prioritas pelayanan dengan karakter wilayah dan dinamika metropolitan. Aspek kelembagaan mencakup koordinasi dan kerja sama sesuai kewenangan masing-masing pihak. Arahan teknis tidak mencakup desain teknis rinci.

Output analisis berupa konsep pengembangan sistem penyediaan air minum Perkotaan Metropolitan Malang yang terintegrasi secara teknis, spasial, dan kelembagaan, sesuai dengan kondisi, permasalahan, potensi, dan kebutuhan masing-masing wilayah pelayanan.

3.6 Kerangka Kerja Penelitian



Gambar 3. 2 Kerangka Kerja Penelitian