

PERENCANAAN PENYEDIAAN JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH DI KECAMATAN GROGOL KABUPATEN KEDIRI

Siti Nur Hidayah^{1,*}, Ikrar Hanggara², Medi Efendi³

Mahasiswa D4 Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil², Dosen Jurusan Teknik Sipil³

Koresponden*, Email: hidayahsitinur246@gmail.com¹, i.hanggara@polinema.ac.id², medipolinema@gmail.com³

ABSTRAK

Ketersediaan air bersih merupakan kebutuhan dasar masyarakat yang harus dipenuhi seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Kecamatan Grogol, Kabupaten Kediri masih memiliki beberapa wilayah yang belum mendapatkan pelayanan air bersih secara merata, sehingga diperlukan perencanaan jaringan distribusi air bersih yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung proyeksi penduduk, kebutuhan air bersih tahun rencana 2039, merencanakan jaringan distribusi air bersih menggunakan *WaterCAD V8i*, serta menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB). Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan analisis proyeksi penduduk, perhitungan kebutuhan air, pemodelan jaringan distribusi menggunakan *WaterCAD V8i*, dan penyusunan RAB berdasarkan HSPK Kabupaten Kediri Tahun 2025. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah penduduk pada tahun rencana 2039 diproyeksikan mencapai 30.518 jiwa. Kebutuhan air maksimum sebesar 23,44 liter/detik, sedangkan kebutuhan air pada jam puncak sebesar 29,30 liter/detik, sehingga debit sumber air yang tersedia mampu memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat. Jaringan distribusi direncanakan menggunakan pipa berdiameter 6 inci, 4 inci, 3 inci, 2 inci, 1 inci, $\frac{3}{4}$ inci, dan $\frac{1}{2}$ inci dengan total panjang 21.942,348 meter. Sistem distribusi didukung oleh 4 unit pompa merek Ebara yang terdiri atas 3 tipe pompa serta 3 unit reservoir, yaitu 1 reservoir berkapasitas 333,64 m³ yang memanfaatkan sumber air Sungai Ngleyangan dan 2 reservoir berkapasitas 55,57 m³ dan 56,43 m³ yang memanfaatkan sumber air tanah. Total Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dibutuhkan dalam perencanaan ini sebesar Rp24.557.100.000,00. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengembangan sistem penyediaan air bersih di Kecamatan Grogol, Kabupaten Kediri.

Kata kunci : Jaringan distribusi air bersih, kebutuhan air, *WaterCAD V8i*, RAB.

ABSTRACT

The availability of clean water is a basic necessity that must be fulfilled as the population continues to grow. Several areas in Grogol District, Kediri Regency, still lack adequate access to clean water services, making it necessary to design a clean water distribution network that meets the community's needs. This study aims to project the population, estimate clean water demand for the 2039 planning year, design a clean water distribution network using WaterCAD V8i, and prepare a cost estimate (Budget Plan/RAB). The research employed a quantitative method, including population projection analysis, water demand calculation, hydraulic modeling using WaterCAD V8i, and cost estimation based on the 2025 Standard Unit Price (HSPK) of Kediri Regency. The results indicate that the projected population in 2039 is 30,518 people. The maximum water demand is 23.44 L/s, while the peak hour demand is 29.30 L/s, indicating that the available water sources are sufficient to meet the projected demand. The proposed distribution network consists of pipelines with diameters of 6, 4, 3, 2, 1, $\frac{3}{4}$, and $\frac{1}{2}$ inches, with a total length of 21,942.348 m. The system is supported by four Ebara pumps comprising three pump types and three reservoirs, including one reservoir with a capacity of 333.64 m³ supplied by the Ngleyangan River and two groundwater reservoirs with capacities of 55.57 m³ and 56.43 m³. The estimated total project cost is IDR 24,557,100,000.00. The results of this study are expected to serve as a reference for the future development of clean water supply systems in Grogol District, Kediri Regency.

Keywords : clean water distribution network; water demand; *WaterCAD V8i*; cost estimate.

1. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan dasar yang memiliki peranan penting dalam menunjang kesehatan, kesejahteraan, dan aktivitas sosial ekonomi masyarakat. Peningkatan jumlah penduduk serta berkembangnya aktivitas ekonomi akan berbanding lurus dengan meningkatnya kebutuhan air bersih sehingga sistem penyediaan air minum harus mampu memenuhi kebutuhan masyarakat secara kuantitas, kualitas, dan kontinuitas (Apriyanto dkk., 2022)[1]. Namun, peningkatan kebutuhan tersebut sering kali tidak diimbangi dengan ketersediaan sumber daya air maupun sistem distribusi yang memadai sehingga menimbulkan permasalahan kekurangan air bersih di berbagai daerah.

Salah satu faktor yang memengaruhi menurunnya ketersediaan air bersih adalah perubahan tata guna lahan. Alih fungsi kawasan resapan menjadi kawasan terbangun, seperti permukiman, kawasan industri, dan infrastruktur, mengurangi kemampuan lingkungan dalam menyerap air hujan sehingga berdampak pada penurunan debit sumber air baku, meningkatnya risiko kekeringan pada musim kemarau, serta penurunan kualitas air akibat aktivitas manusia di sekitar sumber air (Apriyanto dkk., 2022)[1].

Kecamatan Grogol, Kabupaten Kediri merupakan wilayah yang mengalami perkembangan pembangunan yang cukup pesat, ditandai dengan pembangunan infrastruktur strategis seperti bandara, jalan tol, dan kawasan industri. Menurut data Badan Pusat Statistik Kabupaten Kediri [2] jumlah penduduk Kecamatan Grogol meningkat dari 47,16 ribu jiwa pada tahun 2015 menjadi 49,7 ribu jiwa pada tahun 2024 dengan laju pertumbuhan penduduk sebesar 0,56% per tahun. Peningkatan jumlah penduduk tersebut berimplikasi terhadap meningkatnya kebutuhan pelayanan air bersih.

Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) IKK Grogol saat ini memanfaatkan sumber air dari Sungai Ngleyangan serta sumber air tanah di Desa Tiron dan Desa Grogol yang didistribusikan melalui reservoir sebelum dialirkan ke wilayah pelayanan. Namun, pelayanan air bersih masih terbatas sehingga belum mampu menjangkau seluruh desa di Kecamatan Grogol. Berdasarkan pemetaan Pemerintah Kabupaten Kediri tahun 2024, Desa Kalipang masih termasuk wilayah yang rawan mengalami kekurangan air bersih pada musim kemarau. Sekitar 300 kepala keluarga terdampak kekeringan dan masih memerlukan bantuan distribusi air bersih dari pemerintah pada musim kemarau, yang menunjukkan bahwa sistem distribusi eksisting belum mampu memenuhi kebutuhan masyarakat secara optimal (Porosnews, 2024).

Kondisi tersebut menunjukkan perlunya pengembangan sistem distribusi air bersih yang mampu meningkatkan

pemerataan pelayanan dan menjamin kontinuitas pasokan air. Pada penelitian ini direncanakan sistem distribusi yang memanfaatkan dua sumber air, yaitu sumber mata air untuk melayani Desa Kalipang melalui Reservoir 1 dan sumber air tanah untuk melayani Desa Wonoasri, Desa Cerme, Desa Sonorejo, serta Desa Sumberejo melalui Reservoir 3. Selain itu, Reservoir 2 direncanakan sebagai balancing reservoir yang berfungsi menampung kelebihan debit dari Reservoir 1 untuk menjaga kestabilan suplai dan tekanan pada jaringan distribusi. Konsep penggunaan reservoir pelayanan yang dipadukan dengan balancing reservoir mengacu pada Lampiran Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27/PRT/M/2016 [3] mengenai penyelenggaraan sistem penyediaan air minum.

Untuk memperoleh desain jaringan distribusi yang memenuhi kriteria teknis, penelitian ini menggunakan perangkat lunak WaterCAD V8i sebagai alat bantu analisis hidraulik. WaterCAD V8i mampu mensimulasikan karakteristik aliran dalam jaringan perpipaan, meliputi distribusi tekanan, debit aliran, kecepatan aliran, serta kehilangan energi (headloss), sehingga dapat digunakan untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan desain jaringan distribusi air bersih. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam perencanaan pengembangan sistem distribusi air bersih di Kecamatan Grogol yang lebih andal, efisien, dan berkelanjutan.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk merencanakan jaringan distribusi air bersih di Kecamatan Grogol melalui analisis numerik dan teknis, sehingga dihasilkan desain jaringan pipa serta estimasi biaya pembangunannya. Perencanaan jaringan pipa distribusi air bersih ini terletak di Kecamatan Grogol, Kabupaten Kediri. Kecamatan Grogol memiliki luas wilayah sebesar 41,94 km² yang terdiri dari 9 desa. Terletak antara 7° 45' 21.27" LS dan 11° 55' 12.56" BT.

Pada penelitian ini data yang diperlukan terdiri atas dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang diperlukan dalam perencanaan jaringan pipa distribusi meliputi:

1. Survey wilayah Perencanaan.
2. Wawancara narasumber secara langsung.
3. Dokumentasi sebagai acuan.

Sedangkan data sekunder yang diperlukan dalam perencanaan jaringan pipa distribusi air bersih meliputi:

1. Data Jumlah Penduduk.
2. Data Jumlah Fasilitas Umum.
3. Data Debit Sumber Air.

4. Peta Wilayah.
5. Harga Satuan Pokok Pekerjaan (HSPK) Tahun 2025.
6. Data Jaringan Pipa Eksisting.

a) Metode Analisis Data

1. Analisis Proyeksi Penduduk

Karyana dan Ruslana (2021)[4] menyatakan bahwa proyeksi penduduk dilakukan untuk memperkirakan jumlah penduduk pada tahun rencana menggunakan metode aritmatika, geometrik, dan eksponensial. Proyeksi menggunakan data jumlah penduduk selama 10 tahun terakhir kemudian dipilih metode terbaik berdasarkan nilai standar deviasi yang terkecil dari ketiga metode yang digunakan.

Rasio Pertumbuhan Penduduk,

$$r = \frac{\text{Jumlah penduduk tahun } y - \text{Jumlah penduduk tahun } x}{\text{Jumlah penduduk tahun } x} \quad (1)$$

Metode Geometrik

$$P_n = P_0 (1 + r^n) \quad (2)$$

Metode Aritmatik

$$P_n = P_0 \times (1 + r \times n) \quad (3)$$

Metode Eksponensial

$$P_n = P_0 \times e^{rn} \quad (4)$$

Standar Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (5)$$

2. Analisis Kebutuhan Air

Analisis kebutuhan air bersih dihitung berdasarkan kebutuhan domestik dan non-domestik yang mengacu pada proyeksi jumlah penduduk serta kriteria perencanaan penyediaan air minum (Walujodjati dkk., 2022) [5].

Kebutuhan Domestik,

$$Q_d = M_n \times S \quad (6)$$

Kebutuhan Non - Domestik

$$Q_{nd} = 20\% \times Q_d \quad (7)$$

Kebutuhan Air Total

$$Q_{tot} = Q_d + Q_{nd} \quad (8)$$

Faktor Kehilangan Air (NRW)

$$Q_{ha} = Q_{tot} \times 15\% - 20\% \quad (9)$$

Kebutuhan Air Rata-Rata

$$Q_r = Q_d + Q_{nd} + Q_{ha} \quad (10)$$

Faktor Jam Puncak Harian

$$\text{Kebutuhan harian maksimum} = 1,1 \times Q_r \quad (11)$$

$$\text{Kebutuhan jam puncak} = 1,5 \times Q_r \quad (12)$$

3. Analisis Ketersediaan Air

Analisis ketersediaan air dilakukan untuk membandingkan kapasitas sumber air dengan kebutuhan air rencana. Apabila kapasitas sumber mencukupi, sumber air dinyatakan layak digunakan, sedangkan jika

tidak mencukupi diperlukan penambahan sumber air atau reservoir.

4. Analisis Hidraulika

Analisis hidraulika dilakukan untuk mengevaluasi kinerja jaringan distribusi berdasarkan debit rencana menggunakan *WaterCAD V8i*. Analisis meliputi tekanan, kecepatan aliran, kehilangan tinggi tekan (*headloss*), serta pemilihan diameter pipa guna memastikan jaringan distribusi memenuhi kriteria teknis dan mampu memberikan pelayanan air bersih secara optimal (Faris Budi Alifianto et al., 2025) [6]. Parameter-parameter tersebut kemudian dihitung menggunakan persamaan hidraulika yang berlaku dan disimulasikan melalui perangkat lunak *WaterCAD V8i*.

Kecepatan Aliran

$$V = \frac{Q}{A} \quad (13)$$

Hukum Kontinuitas

$$A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2 \quad (14)$$

Hukum Bernoulli

$$h_1 + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma_w} = h_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma_w} + h_f \quad (15)$$

Kehilangan Tinggi Tekan

$$h_f = 10,67 \frac{L}{C^{1.852} D^{4.87}} Q^{1.852} \quad (16)$$

Dimensi Pipa

$$D = \sqrt[2.63]{\frac{Q}{0,2785 \times C \times S^{0.54}}} \quad (17)$$

5. Desain Reservoir

Perencanaan reservoir dilakukan berdasarkan debit air dan kebutuhan layanan pada tahun rencana untuk memastikan ketersediaan air serta menjaga kestabilan tekanan pada jaringan distribusi.

Kapasitas Reservoir

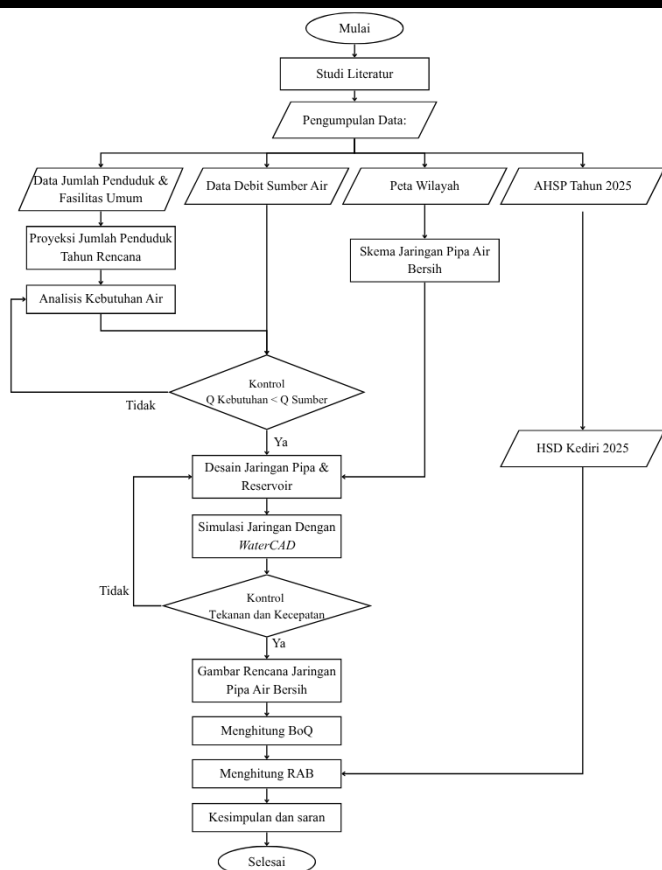
$$V = 20\% - 30\% \times Q_h \quad (18)$$

6. Perhitungan Anggaran Biaya

Perhitungan anggaran biaya dilakukan berdasarkan hasil perencanaan jaringan distribusi dengan mengacu pada volume pekerjaan dan harga satuan HSPK untuk memperoleh estimasi total biaya pembangunan sistem distribusi air bersih.

b) Tahapan Penelitian

Secara keseluruhan, alur dan tahapan pelaksanaan penelitian perencanaan jaringan distribusi air bersih di Kecamatan Grogol ini disajikan secara sistematis dalam diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. PROYEKSI JUMLAH PENDUDUK

Pada penelitian ini, proyeksi penduduk dihitung menggunakan metode aritmatik, geometrik, dan eksponensial. Pemilihan metode dilakukan berdasarkan nilai standar deviasi terkecil dari ketiga metode perhitungan tersebut.

$$r = \frac{\text{Jumlah penduduk 2016} - \text{Jumlah penduduk 2015}}{\text{Jumlah penduduk 2015}}$$

$$= \frac{4726 - 4552}{4552}$$

$$= 0,038$$

Metode Geometrik

$$P_n = P_0(1+r)^n$$

$$P_{2025} = 5057(1+0,012)^1$$

$$= 5117 \text{ Jiwa}$$

Metode Aritmatik

$$P_n = P_0 \times (1 + r \times n)$$

$$P_{2025} = 5057(1 + 0,012 \times 1)$$

$$= 5117 \text{ Jiwa}$$

Metode Eksponensial

$$P_n = P_0 \times e^{rn}$$

$$P_{2025} = 5057 \times 2,718281828^{(0,012 \times 1)}$$

$$= 5118 \text{ Jiwa}$$

Pehitungan Estándar Deviasi

$$SD = \sqrt{\frac{\sum^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{1016406,95}{15-1}}$$

$$= 269,44$$

Setelah dilakukan perhitungan untuk semua desa hingga tahun rencana didapatkan hasil proyeksi penduduk Kecamatan Grogol tahun 2039 pada Tabel 1 berikut.

Table 1 Proyeksi Penduduk Tahun 2039

Desa	Jumlah Penduduk Tahun 2039 (Jiwa)		
	Aritmatika	Geometrik	Eksponensial
Kalipang	5961	6040	6047
Wonosari	2235	2296	2301
Sonorejo	9787	10034	10055
Sumberjo	4210	4355	4368
Cerme	8325	8386	8391

3.2 KEBUTUHAN AIR BERSIH

Perhitungan kebutuhan air bersih dilakukan untuk tahun rencana 2039, dengan kategori wilayah perencanaan menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.18/PRT/M/2007[3] termasuk dalam kategori perdesaan dengan kebutuhan air sebesar 30 liter/orang/hari. Perhitungan jumlah kebutuhan air meliputi kebutuhan air bersih rata-rata, maksimum, dan puncak.

Konsumsi Ari Rata-Rata

- Jumlah Penduduk = 5961 Jiwa
- Jumlah Penduduk Terlayani = $80\% \times 5961$
= 4769 Jiwa

- Jumlah Tingkat Terlayani

$$\text{HU (20\%)} = 40\% \times \text{Penduduk Terlayani}$$

$$= 40\% \times 4769$$

$$= 1908 \text{ Jiwa}$$

$$\text{SR (60\%)} = 60\% \times \text{Penduduk Terlayani}$$

$$= 60\% \times 4769$$

$$= 2861 \text{ Jiwa}$$

- Konsumsi Air

$$\text{Debit HU} = 30 \text{ lt/org/hr} \times \text{Jumlah Terlayani HU}$$

$$= 30 \times 1908$$

$$= 57228 \text{ liter/hari}$$

$$\text{Debit SR} = 60 \text{ lt/org/hr} \times \text{Jumlah Terlayani SR}$$

$$= 60 \times 2861$$

$$= 171684 \text{ liter/hari}$$

$$= 1,987 \text{ liter/detik}$$

Kebutuhan Domestik

$$\begin{aligned} Q_d &= \text{Konsumsi HU} + \text{Konsumsi SR} \\ &= 57228 + 171684 \\ &= 228912 \text{ liter/hari} \\ &= 2,65 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

Kebutuhan Non Domestik

$$\begin{aligned} Q_{nd} &= 20\% \times Q_d \\ &= 20\% \times 228912 \\ &= 45782,40 \text{ liter/hari} \\ &= 0,53 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

Total Kebutuhan Air

$$\begin{aligned} Q_r &= Q_d + Q_{nd} \\ &= 228912 + 45782,40 \\ &= 274694,40 \text{ liter/hari} \\ &= 3,18 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

Kehilangan Air Rencana

$$\begin{aligned} Q_{ha} &= 20\% \times Q_r \\ &= 20\% \times 274694,40 \\ &= 54938,88 \text{ liter/hari} \\ &= 0,64 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

Kebutuhan Harian Rata-Rata

$$\begin{aligned} \text{Harian Rata-Rata} &= Q_d + Q_{nd} + Q_{ha} \\ &= 228912 + 45782,40 + 54938,88 \\ &= 329633,28 \text{ liter/hari} \\ &= 3,82 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

Kebutuhan Harian Maksimum

$$\begin{aligned} \text{Harian Max} &= \text{Debit Harian} \times \text{Faktor Harian Maks} \\ &= 329633,28 \times 1,2 \\ &= 346.114,94 \text{ liter/hari} \\ &= 4,58 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

Kebutuhan Jam Puncak

$$\begin{aligned} \text{Jam Puncak} &= \text{Debit Harian} \times \text{Faktor Jam Puncak} \\ &= 329633,28 \times 1,5 \\ &= 494449,92 \text{ liter/hari} \\ &= 5,72 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

Kebutuhan air bersih pada masing-masing desa di Kecamatan Grogol dihitung berdasarkan jumlah penduduk dan kriteria perencanaan yang berlaku. Hasil analisis data tersebut disajikan secara komparatif pada Tabel 2.

Table 2 Rekapitulasi Kebutuhan Air Bersih Tahun 2039

Keterangan	Satuan	Desa Kalipang	Desa Wonosari	Desa Sonorejo	Desa Sumberjo	Desa Cerme
Jumlah Penduduk	Jiwa	5961	2235	9787	4210	8325
Tingkat Pelayanan	%	80%	80%	80%	80%	80%
Tingkat Terlayani	Jiwa	4769	1789	7830	3368	6661
Persentase Pelayanan HU	%	40%	40%	40%	40%	40%
Jumlah Terlayani HU	Jiwa	1908	716	3132	674	1332
Konsumsi Air HU	Lt/hari	28614	21468	46980	20208	39966
Persentase Pelayanan SR	%	60%	60%	60%	60%	60%
Jumlah Terlayani SR	Jiwa	2861	1073	4698	2021	3997
Kebutuhan Air	Lt/org/hari	60	60	60	60	60
Konsumsi Air SR	Liter/hr	171684	64404	281880	121248	239796
Kebutuhan Domestik	Liter/detik	2,65	0,99	4,35	1,87	3,70
Kebutuhan Non Domestik	Liter/detik	0,53	0,20	0,87	0,37	0,74
Total Kebutuhan Air	Liter/detik	3,18	1,19	5,22	2,25	4,44
Kehilangan Air Rencana	Liter/detik	0,64	0,24	1,04	0,45	0,89
Kebutuhan harian rata	Liter/detik	3,82	1,43	6,26	2,69	5,33
Kebutuhan harian maksimal	Liter/detik	4,58	1,72	7,52	3,23	6,39
Kebutuhan jam puncak	Liter/detik	5,72	2,15	9,40	4,04	7,99

3.3 DESAIN JARINGAN PIPA

Penataan tata letak (layout) dan trase jaringan pipa distribusi di Kecamatan Grogol dirancang secara terzonasi guna mengoptimalkan pembagian tekanan dan debit. Penentuan trase pipa dirancang mengikuti koridor jalan umum untuk mempermudah proses instalasi, pemeliharaan, serta meminimalkan biaya sosial ekonomi akibat

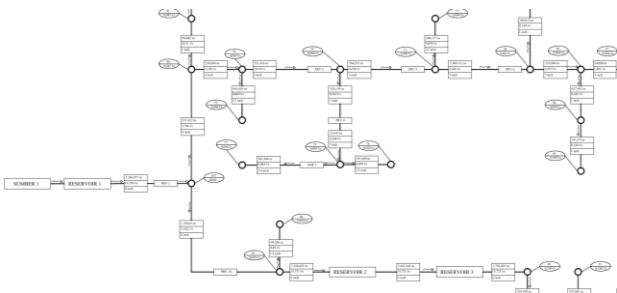
pembebasan lahan. Sistem pelayanan dibagi menjadi 43 zona distribusi terkontrol yang tersebar di 5 desa terlayani. Pembagian ini didasarkan pada kondisi topografi wilayah Kecamatan Grogol yang bervariasi dari dataran rendah hingga area perbukitan. Zona pelayanan dikelompokkan berdasarkan elevasi wilayah guna menghindari terjadinya tekanan berlebih (*overpressure*) pada area elevasi rendah

serta menjamin ketersediaan tekanan minimum di area elevasi tinggi.



Gambar 2. Layout Jaringan Distribusi Air Bersih

Sistem distribusi air bersih di Kecamatan Grogol dirancang mengombinasikan sistem pengaliran gravitasi (*gravity system*) dan sistem pemompaan (*pumping system*). Skema konektivitas jaringan memanfaatkan tiga jenis sumber air utama yang dialirkan menuju reservoir sebelum didistribusikan ke konsumen. Berikut adalah gambar skema jaringan distribusi air bersih di Kecamatan Grogol Kabupaten Kediri.

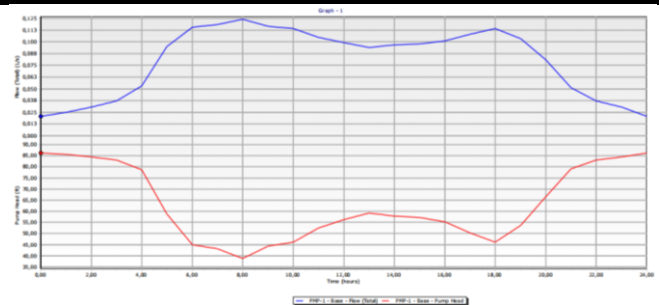


Gambar 3 Skema Jaringan Distribusi Air Bersih

Penelitian ini menerapkan simulasi berbasis *WaterCAD* sebagai metode utama dalam menganalisis jaringan pipa distribusi. Peneliti kemudian melakukan validasi melalui perhitungan manual untuk menguji dan memastikan keakuratan hasil analisis hidraulika tersebut. Simulasi kondisi hidraulika jaringan perpipaan dilakukan dengan mensimulasikan kondisi fluktuasi kebutuhan satu hari (24 Jam), dengan kondisi Kebutuhan Air Maksimum $Q = 23,44$ l/detik dan Kondisi Jam Puncak $Q_{peak} = 29,30$ l/detik. Parameter utama yang dievaluasi merujuk pada kriteria perencanaan Permen PU No. 18/PRT/M/2007, meliputi kecepatan aliran dalam pipa dan sisa tekan pada titik node.

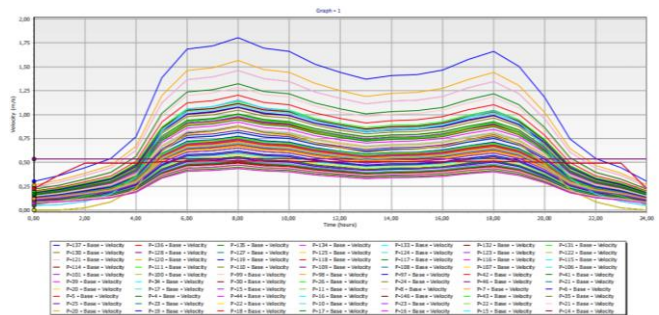
Analisis *WaterCAD*

Berikut merupakan hasil simulasi jaringan pipa distribusi menggunakan aplikasi *WaterCAD* berupa grafik fluktuasi.



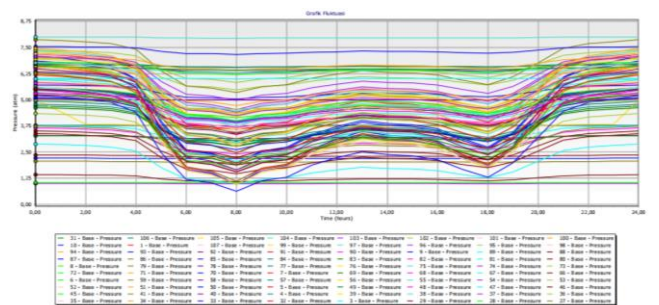
Gambar 4 Grafik Fluktuasi Pompa 1

Grafik hasil simulasi kinerja pompa selama periode 24 jam menunjukkan hubungan berbanding terbalik antara debit aliran dan head pompa. Karakteristik kurva pompa mengindikasikan bahwa head tertinggi mencapai 86 m terjadi pada pukul 00.00 dan 24.00 saat kondisi aliran rendah $0,020 \text{ m}^3/\text{s}$. Sebaliknya, lonjakan debit maksimum sebesar $0,125 \text{ m}^3/\text{s}$ pada jam puncak (pukul 08.00)



Gambar 5 Grafik Fluktuasi Kecepatan Aliran dalam Pipa

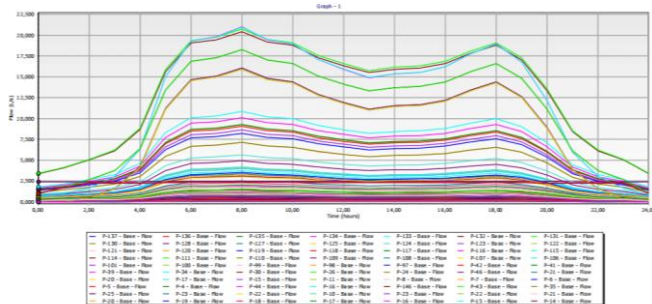
Grafik di atas menunjukkan hasil simulasi fluktuasi kecepatan aliran dalam pipa selama 24 jam. Kecepatan aliran tertinggi mencapai sekitar 1,8 m/s pada salah satu pipa utama, sedangkan pipa lainnya memiliki kecepatan maksimum di bawah 1,6 m/s. Kecepatan terendah berkisar 0,1–0,6 m/s dan terjadi pada dini hari saat kebutuhan air rendah. Secara umum, kecepatan aliran meningkat pada pukul 04.00–08.00 dengan puncak pada pukul 08.00, kemudian kembali meningkat sekitar pukul 18.00, meskipun nilainya lebih rendah dibandingkan puncak pagi hari.



Gambar 6 Grafik Fluktuasi Tekanan dalam Pipa

Grafik di atas menunjukkan hasil simulasi fluktuasi tekanan pada jaringan pipa selama 24 jam. Tekanan cenderung menurun pada pukul 04.00–08.00 dan mencapai nilai minimum sekitar pukul 08.00, kemudian meningkat kembali hingga siang hari. Penurunan tekanan kembali

terjadi sekitar pukul 18.00 sebelum meningkat pada malam hari.



Gambar 7 Grafik Fluktuasi Debit Kebutuhan 24 Jam

Grafik di atas menunjukkan hasil simulasi fluktuasi debit aliran dalam pipa selama 24 jam. Debit aliran meningkat pada pukul 04.00–08.00 dan mencapai nilai maksimum sekitar pukul 08.00, kemudian menurun secara bertahap hingga siang hari. Peningkatan debit kembali terjadi sekitar pukul 18.00, meskipun nilainya lebih rendah dibandingkan puncak pada pagi hari.

Desain Reservoir

Pada penelitian ini direncanakan tiga unit reservoir, yaitu satu reservoir yang berfungsi menampung air dari sumber Sungai Ngeleyangan dan dua reservoir lainnya menampung air yang berasal dari sumber air tanah. Perencanaan reservoir dilakukan untuk memastikan ketersediaan cadangan air serta menjaga kontinuitas pelayanan pada sistem distribusi air bersih. Desain reservoir dapat dihitung menggunakan rumus berikut ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Debit Kebutuhan} &= 19,528 \text{ l/s} \\
 &= 1.687.219,20 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Volume Rencana} &= 30\% \times Q \\
 &= 506.165,76 \text{ liter} \\
 &= 506,17 \text{ m}^3 \\
 \text{Tinggi Muka Air} &= 4 \text{ meter} \\
 \text{Luas Reservoir 1} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Tinggi}} \\
 &= \frac{333,64}{4} \\
 &= 126,54 \text{ m}^2 \\
 \text{Panjang (Rencana)} &= 11 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= \frac{\text{Luas}}{\text{Panjang}} \\
 &= \frac{126,54}{11}
 \end{aligned}$$

$$= 11,5 \text{ m} \approx 12 \text{ m}$$

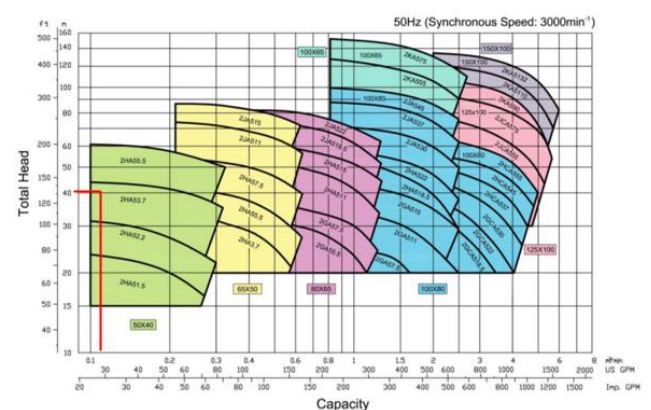
$$\text{Tinggi Freeboard} = 0,30 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi Reservoir 1} &= \text{Tinggi muka air} + \text{Freeboard} \\
 &= 4 + 0,30 \\
 &= 4,30 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Reservoir 1} &= L \times P \times T \\
 &= 12 \times 11 \times 4 \\
 &= 528 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Perencanaan Pompa

Pemilihan pompa dilakukan berdasarkan kebutuhan debit dan head yang diperoleh dari hasil analisis hidraulik jaringan. Pada penelitian ini digunakan pompa *Ebara* yang dipilih sesuai dengan kebutuhan sistem distribusi air bersih. Berikut merupakan grafik penentuan jenis pompa *Ebara*.



Gambar 8 Grafik Penentuan Jenis Pompa

Menentukan besar kapasitas debit yang harus dapat di alirkan oleh pompa

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas Pompa} &= \text{Debit aliran dalam pipa} \times 60 \\
 &= 0,002144 \times 60 \\
 &= 0,12864 \text{ m}^3/\text{menit}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya, pada diagram karakteristik pompa ditentukan titik operasi dengan menarik garis berdasarkan kapasitas pompa hasil perhitungan sebesar 0,12864 m³/menit, kemudian diproyeksikan secara horizontal hingga memotong kurva pada total head yang dibutuhkan, yaitu 30 m. Titik perpotongan kedua parameter tersebut menjadi dasar dalam pemilihan tipe pompa yang sesuai dengan kebutuhan sistem. Tabel berikut adalah rekapitulasi tipe pompa yang digunakan pada jaringan distribusi air bersih di Kecamatan Grogol, Kabupaten Kediri.

Table 3 Jenis Pompa

Node	Debit m³/menit	Head Pompa (m)	Model	Daya Motor	Kapasitas Aliran
77-75	0,00498	20	Jenis pompa EBARA CDX 70/05	0,37 kW (0,5 HP)	0,30 m³/jam (4,98 L/menit)
36-37	0,01644	30	Jenis pompa EBARA CDX 70/07	0,55 kW (0,75 HP)	0,99 m³/jam (16,44 L/menit)

Node	Debit m ³ /menit	Head Pompa (m)	Model	Daya Motor	Kapasitas Aliran
R2-105	0,12864	40	Jenis pompa EBARA 2HA53.7 50x40	2,2 kW	0,12864–0,14664 m ³ /menit
R3-106	0,14664	40	Jenis pompa EBARA 2HA53.7 50x40	2,2 kW	0,12864–0,14664 m ³ /menit

3.4 RENCANA ANGGARAN BIAYA

Rencana Anggaran Biaya (RAB) disusun berdasarkan hasil perencanaan jaringan distribusi air bersih yang telah diperoleh dari pemodelan hidraulik menggunakan *WaterCAD V8i*. Perhitungan biaya mengacu pada volume pekerjaan hasil desain jaringan, sedangkan analisis harga satuan menggunakan HSPK Kabupaten Kediri Tahun 2025 sesuai batasan penelitian.

Table 4 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

NO.	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA
I	PEMBERSIHAN LAHAN	Rp 471.713.393,67
II	BOWPLANK	Rp 77.585.029,04
III	GALIAN	Rp 2.693.505.012,46
IV	PEK. PIPA	Rp 18.772.942.489,55
V	PEK AKSESORIS PIPA	Rp 17.027.812,00
VI	PEK. POMPA	Rp 54.320.000,00
VII	PEK. PRV	Rp 36.420.000,00
	JUMLAH	Rp 2.433.586.511,04
	PPN 11%	Rp 2.433.586.511,04
	JUMLAH TOTAL	Rp 24.557.100.247,76
	DIBULATKAN	Rp 24.557.100.000,00
TERBILANG: DUA PULUH EMPAT MILIYAR LIMA RATUS LIMA PULUH TUJUH JUTA SERATUS RIBU RUPIAH		

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa total biaya pembangunan jaringan distribusi air bersih sebesar Rp 24.557.100.000,00. Biaya tersebut meliputi pekerjaan persiapan, galian dan urugan, pengadaan serta pemasangan pipa PVC beserta aksesorinya, pemasangan valve, pengadaan pompa, dan pekerjaan pendukung lainnya.

Secara keseluruhan, nilai RAB yang diperoleh mencerminkan kebutuhan biaya pembangunan sistem distribusi air bersih yang telah memenuhi kriteria hidraulik, sehingga dapat dijadikan sebagai dasar estimasi anggaran dalam pengembangan jaringan distribusi air bersih di Kecamatan Grogol.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, jumlah penduduk pada tahun rencana di wilayah pelayanan mencapai 30.518 jiwa. Kebutuhan air maksimum sebesar 23,44 L/det dan kebutuhan air jam puncak sebesar 29,30 L/det masih dapat dipenuhi oleh debit sumber air yang tersedia. Sistem distribusi direncanakan menggunakan pipa PVC AW berdiameter 6", 4", 3", 2", 1", ¾", dan ½" dengan total panjang 21.942,348 meter, dilengkapi 4 unit pompa Ebara dan 3 unit reservoir. Total rencana anggaran biaya (RAB) yang dibutuhkan untuk pembangunan jaringan distribusi air bersih di Kecamatan Grogol sebesar Rp.24.557.100.000,00.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Apriyanto, Suhartono, and W. Harsanti, "Perencanaan Jaringan Air Bersih pada Kecamatan Semen, Kabupaten Kediri," vol. 3, no. 1, pp. 236–242, Mar. 2022, [Online]. Available: <http://jos-mrk.polinema.ac.id/>
- [2] Badan Pusat Statistik Kabupaten Kediri, "Badan Pusat Statistik Kabupaten Kediri".
- [3] Permen PU, *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 18/PRT/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. 2007.
- [4] Y. Karyana and N. Ruslana, "Proyeksi Penduduk Jawa Barat Tahun 2025–2035 Menggunakan Metode Campuran dengan Data Dasar Sensus Penduduk 2020," vol. 2, May 2021.
- [5] E. Walujodjati, S. Permana, H. Nurhuda, A. S. Pratama, and R. Banowati, "Analisis Kebutuhan dan Ketersediaan Air," 2022. [Online]. Available: <https://jurnal.itg.ac.id/>
- [6] Faris Budi Alifianto, Riyanto Haribowo, and Moch. Sholichin, "Studi Evaluasi Peningkatan Sistem Distribusi Air Bersih PDAM Sidoarjo Unit Kedunguling Menggunakan Software Watercad V8i," *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, vol. 5, no. 1, pp. 571–582, Jan. 2025, doi: 10.21776/ub.jtresda.2025.005.01.054.