



## **PERENCANAAN JARINGAN DISTRIBUSI UTAMA (JDU) DI KECAMATAN SUBANG, CIBOGO DAN PAGADEN, KABUPATEN SUBANG**

**Amalia Nuraini\*, Mohamad Rangga Sururi**

Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional, Bandung, Indonesia

**Abstrak:** Kabupaten Subang memiliki cakupan pelayanan air minum sebesar 54,6% dan tingkat kehilangan air mencapai 26,3%. Permasalahan seperti penurunan debit sumber air, ketidakseimbangan distribusi tekanan, dan persebaran sisa klor yang tidak merata mengindikasikan perlunya perencanaan ulang Jaringan Distribusi Utama (JDU). Penelitian ini bertujuan untuk menghitung kebutuhan air hingga 20 tahun mendatang, merencanakan JDU di Kecamatan Subang, Cibogo, dan Pagaden, serta menentukan jalur distribusi terbaik melalui simulasi teknis dan pemodelan. Proyeksi penduduk dilakukan dengan metode least square berdasarkan kriteria statistik terbaik. Kebutuhan air dihitung untuk kondisi domestik dan non-domestik, memperhitungkan kehilangan air, faktor jam puncak, dan hari puncak. Wilayah perencanaan dibagi menjadi 3 blok dan 27 sub-blok berdasarkan batas administrasi desa. Tiga jalur alternatif jaringan distribusi dirancang mengikuti jalur jalan utama dan disimulasikan menggunakan *software* EPANET 2.0. Parameter evaluasi teknis meliputi tekanan, kecepatan aliran, headloss, dan panjang pipa. Pemilihan jalur dilakukan menggunakan metode Weighted Ranking Technique (WRT). Hasil simulasi menunjukkan bahwa jalur alternatif 3 memenuhi lebih banyak parameter teknis dibanding alternatif lainnya dan menjadi jalur terpilih dengan skor tertinggi (0,60). Kesimpulannya, perencanaan ini menghasilkan rancangan jaringan yang efisien dan sesuai kriteria teknis, serta mampu memenuhi kebutuhan air penduduk hingga tahun 2043 sebesar 610,798 liter/detik.

**Kata kunci:** Distribusi air minum, jaringan pipa, EPANET

### **I. PENDAHULUAN**

Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan memenuhi syarat Kesehatan dan dapat langsung diminum. Air minum yang aman menjadi target pembangunan nasional sebagaimana tercantum dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) yang menargetkan pemenuhan akses air minum 100% dengan prinsip 4K (Kualitas, Kuantitas, Kontinuitas, dan

Keterjangkauan). Penyediaan air minum menjadi salah satu kegiatan untuk meningkatkan akses Masyarakat terhadap air minum aman.

Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Kabupaten subang dikelola oleh Perumda Air Minum Tirta Rangga. SPAM melayani 25 kecamatan melalui jaringan perpipaan dengan sumber air yang digunakan berasal dari mata air, instalasi pengolahan air, dan sumur dalam. Berdasarkan laporan Perumda Air Minum Tirta Rangga, cakupan pelayanan air minum baru mencapai 54,6 % dengan tingkat kehilangan air 26,3% dan kapasitas IPA terpasang 534,40 liter/detik. Salah satu wilayah yang menjadi fokus penelitian yaitu Kecamatan Subang,

\*) amalianuraini534@gmail.com

Cibogo dan Pagaden. Wilayah ini memiliki jumlah penduduk dan kebutuhan air yang meningkat dari waktu ke waktu.

Penyediaan air minum di Kabupaten Subang memiliki beberapa permasalahan, yaitu penurunan potensi sumber air baku, kebocoran pipa dan pelanggan terjauh kurang mendapatkan air (Rijaldi dkk., 2021). Pelanggan di wilayah pelayanan mengeluhkan bau kaporit, yang menandakan konsentrasi sisa klor dalam jaringan melebihi batas aman (0,2-0,5 mg/L menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023) (Anam, 2018). Distribusi sisa klor dapat dipengaruhi oleh jarak distribusi, jumlah sambungan, serta kondisi hidraulik seperti kecepatan aliran dan waktu tinggal (Rasyad dkk., 2021). Permasalahan tersebutlah yang menunjukkan perlunya perencanaan Jaringan Distribusi Utama (JDU).

Perencanaan ini bertujuan untuk menghitung kebutuhan air selama periode perencanaan 20 tahun, merencanakan JDU di Kecamatan Subang, Cibogo dan Pagaden, membuat alternatif JDU, dan menentukan alternatif terpilih dengan meninjau aspek teknis.

## II. METODOLOGI

### 2.1. Wilayah Perencanaan

Wilayah perencanaan berada di Kecamatan Subang, Kecamatan Cibogo, dan Kecamatan Pagaden, Kabupaten Subang. Kecamatan Subang memiliki luas total area 60,22 km<sup>2</sup> dengan sebagian besar wilayah berupa dataran, terdiri dari 8 kelurahan. Kecamatan Cibogo memiliki luas total area sebesar 64,52 km<sup>2</sup> dengan sebagian besar wilayah berupa dataran, terdiri dari 9 desa dengan menggunakan perangkat lunak EPANET 2.0. Data geospasial yang ditampilkan berasal dari BIG 2023.



**Gambar 1.** Peta Administrasi Kecamatan Subang, Kabupaten Subang.



**Gambar 2.** Peta Administrasi Kecamatan Cibogo, Kabupaten Subang.

### 2.2. Studi Literatur

Tahap ini melakukan peninjauan terhadap pustaka atau referensi yang relevan terkait perencanaan jaringan distribusi air minum. Pustaka yang digunakan berupa buku, jurnal dan sumber pustaka lain yang dapat dijadikan acuan dan bahan pertimbangan dalam perencanaan.



**Gambar 3.** Peta Administrasi Kecamatan Pagaden, Kabupaten Subang.

## 2.2. Pra Perencanaan

Tahap pra perencanaan ini terdiri dari mengidentifikasi wilayah perencanaan, memproyeksikan jumlah penduduk tahun 2023-2043, memproyeksikan jumlah fasilitas tahun 2023-2043, memproyeksikan kebutuhan air domestik dan non-domestik.

### 2.2.1. Proyeksi Penduduk

Data yang perlukan dalam memproyeksikan jumlah penduduk yaitu data jumlah penduduk 10 tahun terakhir (tahun 2013 – tahun 2022). Data ini berupa data sekunder yang diperoleh dari Dokumen Kecamatan Dalam Angka 2014-2023 bersumber dari Badan Pusat Statistik Kecamatan di Kabupaten Subang. Proyeksi penduduk dilakukan selama periode perencanaan 20 tahun untuk mengantisipasi kebutuhan air minum jangka panjang. Metode yang digunakan untuk memproyeksikan jumlah penduduk menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 18/PRT/M/2007 diantaranya metode aritmatika, metode geometrik, dan metode *least square*. Setelah itu dilakukan pemilihan metode terbaik dengan

dilihat dari nilai standar deviasi terkecil, koefisien korelasi mendekati 1, dan koefisien variansi terkecil.

### 2.2.2. Proyeksi Fasilitas

Data yang perlukan dalam memproyeksikan jumlah fasilitas adalah data fasilitas di tahun terakhir (tahun 2022). Data ini berupa data sekunder yang diperoleh dari beberapa sumber yaitu data jumlah penduduk hasil proyeksi, dan data fasilitas dari Dokumen Kecamatan Dalam Angka 2023 bersumber dari Badan Pusat Statistik Kecamatan di Kabupaten Subang. Proyeksi fasilitas dilakukan selama periode perencanaan 20 tahun. Proyeksi fasilitas didasarkan pada Keputusan Menteri Permukiman dan Prasarana Wilayah Nomor 534/KPTS/M/2001 tentang Pedoman Penentuan SPM (Standar Pelayanan Minimal) Bidang Penataan Ruang, Perumahan dan Permukiman dan Pekerjaan Umum.

### 2.2.2. Kebutuhan Air

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 18/PRT/M/2007, kebutuhan air diklasifikasikan berdasarkan aktivitas masyarakat seperti kebutuhan air domestik dan non-domestik. Kebutuhan air domestik dan non domestik dihitung dengan berdasarkan kriteria yang tercantum dalam Modul Proyeksi Kebutuhan Air dan Identifikasi Fluktuasi Pemakaian air.

#### 1. Kebutuhan air domestik

Kebutuhan air domestik mengacu pada jumlah air yang di perlukan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kebutuhan air diantaranya jumlah penduduk, tingkat sosial ekonomi dan status kotanya. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Kebutuhan air} = a \times b \quad (1)$$

Dimana:

a = Jumlah pemakaian air (liter/orang/hari)

b = Jumlah penduduk daerah pelayanan(jiwa)

## 2. Kebutuhan air non-domestik

Kebutuhan air non-domestik mencakup penggunaan air untuk kegiatan di luar keperluan rumah tangga. Proyeksi kebutuhan air non-domestik bergantung pada kondisi atau jumlah sarana prasarana saat awal perencanaan dan potensi pertumbuhannya hingga akhir periode perencanaan. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Kebutuhan air} = \sum \text{unit fasilitas} \times \text{standar kebutuhan air} \quad (2)$$

## 3. Total kebutuhan air

Setelah diperoleh kebutuhan air domestik dan non domestik, keduanya di totalkan sehingga dihasilkan jumlah kebutuhan air total. Total kebutuhan air selanjutnya dihitung untuk kehilangan air, kebutuhan air rata-rata, total kebutuhan air *peak hour*, dan total kebutuhan air *peak day*.

## 2.3. Perencanaan

Tahap perencanaan ini terdiri dari membuat blok pelayanan, perencanaan jaringan pipa distribusi, membuat jalur alternatif pipa jaringan distribusi, melakukan analisa hidrolis dengan menggunakan *software EPANET 2.0*, dan pemilihan jalur alternatif.

### 2.3.1. Menentukan Blok Pelayanan

Menentukan blok pelayanan dilakukan untuk memastikan pasokan air terdistribusi merata dan mudah dikelola. Penentuan blok pelayanan mempertimbangkan batas geografis untuk mengurangi biaya dan mempermudah isolasi jaringan. Data yang digunakan menentukan blok pelayanan berupa data sekunder dari Portal Geospatial Indonesia dan *Google Earth*. Setelah itu

dilakukan pembagian kebutuhan air untuk masing-masing sub blok.

### 2.3.2. Membuat Jalur Alternatif dan Analisa Hidraulik

Pada tahap ini dibuat sebanyak tiga buah alternatif jalur untuk menentukan jalur yang paling optimal. Jalur dibuat menggunakan *software Google Earth* untuk mendapatkan akurasi nilai koordinat, kemudian dilakukan simulasi hidrolis menggunakan *software EPANET 2.0*. Analisa hidraulis menggunakan aplikasi ini memungkinkan simulasi yang akurat terhadap berbagai kondisi operasional sistem distribusi air.

### 2.3.3. Pemilihan Jalur Alternatif

Pemilihan jalur alternatif dilakukan dengan metode *Weighted Rangking Technique* (WRT) dengan prinsip membandingkan tiga alternatif. Metode WRT atau metode pembobotan memberikan nilai tertentu untuk setiap parameter yang dibandingkan. Pemilihan alternatif ini ialah tinjauan terhadap parameter teknis seperti kecepatan maksimum, kecepatan minimum, tekanan maksimum, tekanan minimum, dan headloss maksimum.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Pra Perencanaan

#### 3.1.1. Proyeksi Penduduk

Proyeksi penduduk bertujuan untuk mengetahui perkiraan jumlah penduduk di tahun mendatang. Proyeksi menjadi awal dalam memperhitungkan kebutuhan air minum untuk waktu yang akan datang, dimana kebutuhan air akan terus meningkat seiring dengan jumlah penduduk yang bertambah setiap tahunnya (Pradana dkk., 2017). Proyeksi penduduk dilakukan untuk waktu perencanaan 20 tahun. Periode perencanaan 20 tahun ideal dalam melakukan proyeksi penduduk. Jika proyeksi dilakukan untuk periode >20 tahun dikhawatirkan data tidak akurat serta biaya meningkat, sebaliknya jika

< 20 tahun dapat memberatkan pembiayaan operasional dan pemeliharaan karena pembaharuan infrastruktur lebih sering serta memungkinkan jaringan tidak mendukung pertumbuhan jangka panjang (Zeng dkk, 2022)

Merujuk pada Direktorat Jenderal Cipta Karya (1996) yang tercantum dalam Kriteria

Perencanaan Ditjen Cipta Karya PU, wilayah perencanaan termasuk ke dalam kategori kota sedang dengan jumlah penduduk 100.000 s/d 500.000 jiwa yang mana kriteria waktu untuk perencanaan ialah 15-20 tahun. Tabel 1 menunjukkan hasil perbandingan proyeksi penduduk dari tiga wilayah perencanaan.

**Tabel 1. Perbandingan Hasil Proyeksi Penduduk Kecamatan Perencanaan**

Tahun	Kecamatan Subang			Kecamatan Cibogo			Kecamatan Pagaden		
	Aritmatika	Geometri	Least Square	Aritmatika	Geometri	Least Square	Aritmatika	Geometri	Least Square
2013	125997	125997	126198	43447	43447	44352	60593	60593	60769
2014	127668	127564	127817	44044	43994	44801	60983	60970	61120
2015	129339	129150	129437	44641	44548	45251	61373	61349	61471
2016	131011	130756	131057	45238	45109	45700	61762	61730	61821
2017	132682	132382	132676	45835	45677	46150	62152	62114	62172
2018	134353	134028	134296	46433	46252	46599	62542	62500	62523
2019	136024	135695	135915	47030	46834	47049	62932	62889	62873
2020	137696	137382	137535	47627	47424	47498	63321	63280	63224
2021	139367	139090	139155	48224	48021	47947	63711	63673	63575
2022	141038	140820	140774	48821	48626	48397	64101	64069	63925
Jumlah	1335175	1332863	1334860	461340	459933	463744	623470	623166	623473
Rerata	133518	133286	133486	46134	45993	46374	62347	62317	62347
Standar Deviasi	5059,8766	4986,3424	4903,6559	1807,8437	1742,19	1360,71782	1180	1169	1062
Koefisien Variansi	0,0379	0,0374	0,0367	0,0392	0,0379	0,0293	0,0189	0,018764	0,0170
Korelasi	0,994	0,994	0,994	0,814	0,812	0,814	0,966	0,966	0,966

Pemilihan metode terbaik dalam proyeksi penduduk dilakukan dengan beberapa pendekatan, berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 18/PRT/M/2007 dilihat dari nilai standar deviasi terkecil, koefisien korelasi mendekati 1, dan koefisien variansi terkecil. Standar deviasi yang kecil menunjukkan hasil proyeksi mendekati kondisi nyata (Astuti, 2023). Semakin besar nilai standar deviasi maka data semakin tidak pasti. Koefisien variansi dengan nilai terkecil

menandakan data proyeksi stabil dan tidak terlalu menyebar dari rerata sehingga lebih konsisten. Koefisien korelasi mendekati 1 berarti nilai antar data kuat atau saling berhubungan, sedangkan jika nilai 0 atau mendekati 0 berarti hubungan antar data dianggap lemah atau tidak berhubungan (Azwar, 2024).

Berdasarkan hasil perhitungan, metode proyeksi terpilih yaitu metode *least square* karena memenuhi kriteria yang ditetapkan

yaitu standar deviasi terkecil, koefisien variansi terkecil, dan nilai korelasi mendekati 1.

**Tabel 2.** Proyeksi Penduduk Tiga Wilayah Perencanaan 2023-2043

Tahun	Kec. Subang	Kec. Cibogo	Kec. Pagaden
2023	142394	48846	64276
2028	150492	51093	66029
2033	158590	53341	67783
2038	166688	55588	69536
2043	174786	57835	71289

### 3.1.2. Proyeksi Fasilitas

Proyeksi fasilitas didasarkan pada peningkatan jumlah penduduk, karena jumlah penduduk akan mempengaruhi permintaan air bersih untuk kebutuhan sehari-hari,

memastikan penggunaan sumber daya yang efisien dan mencegah investasi berlebihan atau kurang, memastikan jumlah fasilitas air minum cukup untuk seluruh penduduk dan mencegah masalah akibat kurangnya akses air bersih. Contoh perhitungan untuk proyeksi fasilitas perdagangan di Kecamatan Subang adalah sebagai berikut:

Jumlah pasar tahun 2022 = 5 unit

Jumlah penduduk tahun 2022 = 140774 jiwa

Jumlah penduduk tahun 2023 = 142394 jiwa

$$\text{Jumlah pasar tahun 2023} = \left( \frac{a - b}{\text{standar pelayanan minimal}} \right) + \Sigma \text{fasilitas eksisting}$$

$$\text{Jumlah pasar tahun 2023} = \left( \frac{142394 - 140774}{30000} \right) + 5 = 5 \text{ unit} .$$

**Tabel 3.** Hasil Proyeksi Fasilitas Kecamatan Subang, Cibogo dan Pagaden di Tahun 2043

Fasilitas	Standar (Unit/Penduduk)	Jumlah Unit Proyeksi Tahun 2043		
		Kecamatan Subang	Kecamatan Cibogo	Kecamatan Pagaden
<b>Fasilitas Pendidikan</b>				
TK/RA Sederajat	1.000	80	26	35
SD/MI Sederajat	6.000	78	25	31
SMP/MTS Sederajat	25.000	20	7	9
SMA/MA Sederajat	30.000	12		4
SMK/Sederajat	30.000	2	2	1
Perguruan Tinggi	70.000	5	1	0
<b>Fasilitas Peribadatan</b>				
Masjid	2.500	168	64	68
Gereja Protestan	2.500	19		5
Gereja Katolik	2.500	16		
<b>Fasilitas Kesehatan</b>				
Rumah Sakit	240.000	3		2
Rumah Sakit Bersalin	20.000	3		
Balai Pengobatan	3.000	19		
Puskesmas	120.000	2	1	2
Apotek	3.000	19	1	21
Puskesmas Pembantu	120.000		1	8
<b>Fasilitas Perdagangan</b>				
Pasar	30.000	6	1	

Fasilitas	Standar (Unit/Penduduk)	Jumlah Unit Proyeksi Tahun 2043		
		Kecamatan Subang	Kecamatan Cibogo	Kecamatan Pagaden
Toko	30.000	68	1	
Minimarket	30.000	55	14	
Restoran	30.000	59	17	
<b>Fasilitas Umum</b>				
Kantor Pos	120.000	1		1
Penginapan	600	61	17	13
Hotel	600	67		
Bank	12.500	18	2	
Lapangan/sarana olahraga	3.000	74	33	47

### 3.1.3. Kebutuhan Air

Konsumsi air minum di wilayah perencanaan dalam Laporan Daftar Rekening Ditagih (DRD) Unit Subang tahun 2022 menunjukkan jika rata-rata konsumsi air unit tersebut sebesar 100,42 liter/orang/hari. Hal ini menunjukkan bahwa dalam faktor ekonomi dan tarif, angka rata-rata konsumsi menunjukkan bahwa masyarakat Subang mampu memenuhi kebutuhan air bersih dengan tarif PDAM yang berlaku berdasarkan Peraturan Bupati Subang Nomor 67 tahun 2020 tentang Tarif Air Minum Pada Perusahaan Umum Daerah Air Minum Tirta Rangga Kabupaten Subang. Sebagian besar pelanggan adalah golongan 2A, mencerminkan penduduk berpendapatan menengah yang mampu membayar tagihan sesuai kebutuhan (PERBUP Subang Nomor 67 Tahun 2020 ).

Penggunaan nilai konsumsi air sebesar 120 liter/orang/hari menjadi relevan karena memperhitungkan beberapa faktor yang mempengaruhi seperti yang disampaikan oleh Dias & Ghisi (2024) dalam penelitiannya dimana bertambahnya populasi cenderung memiliki permintaan air lebih tinggi, infrastruktur yang baik memastikan bahwa lebih banyak air yang sampai ke konsumen,

kondisi saat musim panas konsumsi air cenderung meningkat untuk konsumsi, penyiraman tanaman, irigasi dan pendinginan (Dias & Ghisi, 2024).

Penentuan total kebutuhan air merupakan jumlah dari kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non domestik. Tujuan dilakukannya perhitungan ini agar mengetahui jumlah air keseluruhan sehingga diharapkan dapat memenuhi kebutuhan seluruh sektor masyarakat baik kebutuhan sehari-hari dan fasilitas. Pada perhitungan ini dicari nilai kebocoran/kehilangan air, debit rata-rata, kebutuhan air pada jam puncak dan hari puncak.

Standar yang digunakan dalam kehilangan air yaitu sebesar 20%, angka ini dianggap sebagai batas wajar dan dapat diterima dalam sistem distribusi. Standar faktor jam puncak yang digunakan yaitu 1,75 – 2 dan faktor harian maksimum yang digunakan yaitu 1,15 – 1,25. Faktor jam puncak merupakan volume penggunaan air tertinggi dalam satu jam pada hari dengan permintaan tertinggi dibandingkan dengan rata-rata aliran harian, sedangkan faktor harian maksimum yaitu penggunaan air tertinggi dalam sehari selama setahun dan

rata-rata penggunaan harian. Tabel 4 menunjukkan data rekapitulasi kebutuhan air domestik dan non domestik wilayah perencanaan.

**Tabel 4.** Rekapitulasi Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik Tiga Wilayah Perencanaan Tahun 2043.

Kecamatan	Satuan	Total	
		Kebutuhan	Air 2043
Kecamatan Subang		356,833	
Kecamatan Cibogo	L/detik	114,115	
Kecamatan Pagaden		139,85	
<b>JUMLAH</b>	<b>L/detik</b>	<b>610,798</b>	

### 3.2. Perencanaan

#### 3.2.1. Penentuan Blok Pelayanan

Pembagian blok layanan dilakukan berdasarkan batas administrasi desa sebagai dasar zonasi, dengan mempertimbangkan efisiensi operasional, kemudahan koordinasi antar instansi, serta pelaksanaan pemeliharaan dan pengawasan jaringan. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip fleksibilitas dan efisiensi dalam perencanaan distribusi menurut SNI 7509:2011. Menurut Lestari & Indarjanto (2016), pembagian blok

memudahkan analisis debit dan pengendalian kehilangan air, sementara Sya'bani (2016) menekankan bahwa batas administrasi dapat menekan biaya dan mempermudah isolasi jaringan.

Wilayah perencanaan dibagi menjadi 3 blok berdasarkan kecamatan (Subang, Cibogo, dan

Pagaden), yang terdiri atas 27 sub-blok sesuai desa/kelurahan. Hasil proyeksi menunjukkan kebutuhan air puncak pada tahun 2043 sebesar 610,798 liter/detik. Pembagian debit antar blok dilakukan secara proporsional berdasarkan jumlah kartu keluarga, untuk memastikan distribusi air yang efisien dan seimbang antar wilayah. Tabel 5 menunjukkan pembagian blok pelayanan dan kebutuhan air setiap sub-blok jaringan distribusi wilayah perencanaan.

#### 3.2.1. Membuat Jalur Alternatif dan Analisa Hidraulik

Pada tahap ini dibuat sebanyak tiga buah alternatif jalur untuk menentukan jalur yang paling optimal. Jalur dibuat menggunakan software *Google Earth*, untuk mendapatkan akurasi nilai koordinat.

**Tabel 5.** Pembagian Blok Pelayanan dan Kebutuhan Air Setiap Sub-Blok Jaringan Distribusi Air Minum Tiga Wilayah Perencanaan

No.	Kecamatan	Blok	Kelurahan/Desa	Sub Blok	Jumlah KK	% KK	Kebutuhan Air Setiap Sub-Blok (L/s)
1	Subang	1	Parung	1	2014	3,97	24,222
2			Pasirkareumbi	2	3498	6,89	42,068
3			Soklaat	3	3283	6,46	39,477
4			Karanganyar	4	5456	10,74	65,606
5			Cigadung	5	5230	10,30	62,898
6			Dangdeur	6	3663	7,21	44,047
7			Sukamelang	7	3652	7,19	43,919
8			Wanareja	8	1411	2,78	16,973
9			Sadawarna	9	1023	2,01	12,300
10			Sumurbarang	10	855	1,68	10,277
11	Cibogo	2	Padaasih	11	1105	2,18	13,286
12			Cibogo	12	2003	3,94	24,085
13			Cinangsi	13	1630	3,21	19,597
14			Majasari	14	679	1,34	8,165
15			Cibalandong Jaya	15	348	0,69	4,190
16			Belendung	16	1235	2,43	14,851

No.	Kecamatan	Blok	Kelurahan/Desa	Sub Blok	Jumlah KK	% KK	Kebutuhan Air Setiap Sub-Blok (L/s)
17	Pagaden	3	Cisaga	17	887	1,75	10,669
18			Gunungsembung	18	1217	2,40	14,637
19			Gembor	19	1469	2,89	17,668
20			Gunungsari	20	909	1,79	10,936
21			Sukamulya	21	2355	4,64	28,315
22			Sumberassi	22	890	1,75	10,703
23			Gambarsari	23	992	1,95	11,932
24			Neglasari	24	976	1,92	11,742
25			Pagaden	25	976	1,92	11,742
26			Kamarung	26	1899	3,74	22,836
27			Jabong	27	1136	2,24	13,659
			Total		50792	100,00	610,798

Setelah itu dilakukan simulasi hidrolik menggunakan *software* EPANET 2.0. Jalur dirancang dengan mengikuti jalan utama agar memudahkan perawatan, efisiensi teknis dan operasional.

Perencanaan jaringan distribusi mengacu pada kriteria hidrolik sesuai Permen PU No. 27 Tahun 2016, meliputi:

1. Tekanan minimum = 5 m (pada titik jangkauan terjauh)
2. Tekanan maksimum = 100 m
3. Kecepatan minimum = 0,3 m/s – 0,6 m/s
4. Kecepatan maksimum = 3,0 m/s – 4,5 m/s
5. *Headloss* maksimum = 5 m/km

Tingginya nilai tekanan maksimum menyebabkan terjadinya kerusakan pada pipa dan meningkatkan risiko kebocoran pada pipa sesuai dengan Sukarto (2017) dalam penelitiannya yaitu jika tekanan melebihi tekanan maksimal pipa maka dapat mengakibatkan kebocoran pada pipa. Menurut Bwire dkk. (2015) dalam Shamsaei dkk. (2013), Tekanan yang terlalu besar rentan terjadi *water hammer* dimana terjadinya lonjakan tekanan yang terjadi ketika aliran air dalam pipa tiba-tiba berhenti atau berubah arah dengan cepat, sehingga pipa air rentan terhadap kerusakan. *Headloss* maksimum didapat sebesar 9,92 m/km, dimana nilai ini tidak memenuhi kriteria yang di tentukan. Tingginya nilai *headloss* maksimum dapat

menyebabkan tekanan di hilir rendah dan mengakibatkan air tidak sampai ke pelanggan. Meskipun demikian, nilai ini masih berada kurang dari 10 m/km. Menurut Sukarto (2017), jika nilai *headloss* maksimum sudah melebihi 10 m/km dapat menyebabkan hilangnya tekanan pada ujung pipa sehingga air tidak dapat mengalir hingga pipa sekunder.

Jalur pipa dirancang mengikuti arah jalan dengan pemasangan di bahu jalan pada kedalaman 150 cm untuk mencegah kerusakan fisik (Kurniawan dkk., 2014). Pipa yang digunakan adalah HDPE (*High Density Polyethylene*) karena memiliki kekuatan tinggi, tahan korosi, fleksibel, dan ekonomis, serta banyak digunakan dalam sistem air bersih (Rahmadiny dkk., 2019).

#### 1. Jalur alternatif 1

Jalur alternatif 1 memiliki panjang pipa total 41.960 m dengan jumlah junction node 433 titik. Jalur ini melintasi jalan utama kabupaten dengan kondisi perkerasan tanah di dominasi oleh aspal dan beton. Sistem pengaliran dilakukan secara kontinuas yaitu air mengalir secara terus menerus selama 24 jam. Analisa hidrolik dilihat pada jam puncak yaitu pukul 06.00. Hasil simulasi pada jalur alternatif 1 menunjukkan jika parameter yang memenuhi kriteria Permen PU No. 27 Tahun 2016 yaitu parameter tekanan minimum dengan nilai sebesar 12,33 m dan kecepatan

maksimum dengan nilai 2,59 m/s. Parameter yang tidak memenuhi kriteria yaitu parameter tekanan maksimum, kecepatan minimum, dan *headloss* maksimum.



**Gambar 4.** Hasil Simulasi EPANET 2.0 Jalur Alternatif 1.

## 2. Jalur alternatif 2

Jalur alternatif 2 memiliki panjang pipa total 38.738 m dengan jumlah junction node lebih sedikit jika dibandingkan dengan alternatif 1 yaitu sebanyak 399 titik.



**Gambar 5.** Hasil Simulasi EPANET 2.0 Jalur Alternatif 2.

Jalur ini melintasi jalan utama kabupaten dengan kondisi perkerasan tanah di dominasi oleh aspal dan beton. Sistem pengaliran dilakukan secara kontinuitas yaitu air mengalir secara terus menerus selama 24 jam. Analisa

hidrolik dilihat pada jam puncak yaitu pukul 06.00. Hasil simulasi pada jalur alternatif 2 menunjukkan jika parameter yang memenuhi kriteria Permen PU No. 27 Tahun 2016 yaitu parameter tekanan minimum dengan nilai 12,99 m dan kecepatan maksimum dengan nilai 1,83 m/s.

## 3. Jalur alternatif 3

Jalur alternatif 3 memiliki panjang pipa total 39.412 m dengan jumlah junction node 407 titik.



**Gambar 6.** Hasil Simulasi EPANET 2.0 Jalur Alternatif 3

Pada jalur ini terdapat penambahan valve dengan jenis PRV (*Pressure Regulating Valve*) yang bertujuan untuk menurunkan tekanan pada pipa di jaringan ini. Jalur ini melintasi jalan utama kabupaten dengan kondisi perkerasan tanah di dominasi oleh aspal dan beton. Sistem pengaliran dilakukan secara kontinuitas yaitu air mengalir secara terus menerus selama 24 jam. Analisa hidrolik dilihat pada jam puncak yaitu pukul 06.00. Hasil simulasi pada jalur alternatif 3 menunjukkan jika parameter yang memenuhi kriteria Permen PU No. 27 Tahun 2016 yaitu parameter tekanan minimum dengan nilai 13,25 m, kecepatan minimum dengan nilai 0,3 m/s dan kecepatan maksimum dengan nilai 2,36 m/s

### 3.2.2. Membuat Jalur Alternatif dan Analisa Hidraulik

Analisis hidrolik jaringan distribusi dilakukan pada jam puncak (06.00) di akhir tahun perencanaan. Pemilihan alternatif jalur menggunakan metode *Weighted Ranking Technique* (WRT). Metode WRT atau metode pembobotan memberikan nilai tertentu untuk setiap parameter yang dibandingkan. Metode ini mengubah setiap parameter menjadi nilai kuantitatif untuk dibandingkan secara objektif (Saputra & Juwana, 2023).

Tahap pertama dilakukan penentuan jenis parameter yang akan digunakan dalam pengambilan keputusan. Adapun parameter yang digunakan dalam penentuan alternatif ini berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27 Tahun 2016 yaitu tekanan minimum, tekanan

maksimum, kecepatan minimum, kecepatan maksimum, headloss maksimum, dan panjang pipa.

Tahap kedua yaitu memberikan nilai Koefisien Pentingnya Faktor (KPF) untuk setiap parameter. Nilai KPF dihitung dengan menggunakan kaidah yang memberikan bobot untuk masing-masing parameter berdasarkan tingkat kepentingan faktor dalam proses pengambilan keputusan. Nilai yang diberikan pada perbandingan yaitu:

- Parameter tidak penting = 0
- Parameter sama penting = 0,5
- Parameter lebih penting = 1

Hasil proses perhitungan nilai KPF untuk menentukan alternatif menggunakan metode WRT disajikan pada Tabel 6.

**Tabel 6. Penentuan Koefisien Pentingnya Faktor (KPF)**

No.	Parameter	Satuan	Proses Penilaian						Jumlah	KPF
			1	2	3	4	5	6		
1	Tekanan Minimum	m	-	0,5	0,5	0,5	0,5	1	3	0,20
2	Tekanan Maksimum	m	0,5	-	0,5	0,5	0,5	1	3	0,20
3	Kecepatan Minimum	m/s	0,5	0,5	-	0,5	0,5	1	3	0,20
4	Kecepatan Maksimum	m/s	0,5	0,5	0,5	-	0,5	1	3	0,20
5	Headloss Maksimum	m/km	0,5	0,5	0,5	0,5	-	1	3	0,20
6	Panjang Pipa	m	0	0	0	0	0	-	0	0,00
<b>Jumlah</b>									<b>15</b>	<b>1</b>

Contoh perhitungan nilai KPF dengan persamaan yang tersaji pada Persamaan berikut ini yaitu:

$$KPF = \frac{\text{Jumlah Nilai Parameter}}{\text{Jumlah Nilai Total}} = \frac{0,5+0,5+0,5+1}{15} = \frac{3}{15} = 0,20$$

Penilaian KPF untuk setiap parameter dilakukan dengan analisis perbandingan kesesuaian terhadap spesifikasi teknis. Sebagai contoh, tekanan minimum (parameter No. 1) dibandingkan dengan tekanan maksimum (parameter No. 2) keduanya diberikan nilai yang sama yaitu 0,5. Hal ini karena keduanya merupakan kriteria desain

atau persyaratan yang sama pentingnya yang harus dipenuhi dalam perencanaan jaringan distribusi. Sebaliknya, penilaian kriteria tekanan minimum (parameter No. 1) dibandingkan dengan panjang pipa (parameter No. 6) menghasilkan nilai 1 untuk tekanan minimum, sedangkan panjang pipa diberi nilai 0, mencerminkan kriteria teknis lebih penting atas kriteria non-teknis.

Tahap ketiga yaitu proses penilaian untuk menentukan Koefisien Pemilihan Alternatif (KPA), diberi nilai 1 apabila memenuhi syarat

dan diberi nilai 0 apabila tidak memenuhi syarat. Nilai KPA diberikan pada setiap parameter pada setiap alternatif jaringan distribusi. Hasil proses perhitungan KPA untuk menentukan alternatif menggunakan metode WRT disajikan pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Penentuan Nilai Koefisien Pemilihan Alternatif (KPA)

No	Parameter	Satuan	Kriteria	Hasil	KPA
	<b>Tekanan Minimum</b>	<b>m</b>	<b>5</b>		
1	Alternatif 1	m	5	14	1
	Alternatif 2	m	5	13,31	1
	Alternatif 3	m	5	12,52	1
	<b>Jumlah</b>			<b>3</b>	
	<b>Tekanan Maksimum</b>	<b>m</b>	<b>100</b>		
2	Alternatif 1	m	100	158,13	0
	Alternatif 2	m	100	157,9	0
	Alternatif 3	m	100	128,92	0
	<b>Jumlah</b>			<b>1</b>	
	<b>Kecepatan Minimum</b>	<b>m/s</b>	<b>0,3 - 0,6</b>		
3	Alternatif 1	m/s	0,3 - 0,6	0,13	0
	Alternatif 2	m/s	0,3 - 0,6	0,1	0
	Alternatif 3	m/s	0,3 - 0,6	0,3	1
	<b>Jumlah</b>			<b>1</b>	
	<b>Kecepatan Maksimum</b>	<b>m/s</b>	<b>3,0 - 4,5</b>		
4	Alternatif 1	m/s	3,0 - 4,5	2,16	1
	Alternatif 2	m/s	3,0 - 4,5	1,93	1
	Alternatif 3	m/s	3,0 - 4,5	2,03	1
	<b>Jumlah</b>			<b>3</b>	
	<b>Headloss Maksimum</b>	<b>m/km</b>	<b>5</b>		
5	Alternatif 1	m/km	5	9,92	0
	Alternatif 2	m/km	5	9,92	0
	Alternatif 3	m/km	5	9,92	0

**Tabel 8.** Pemilihan Alternatif Terpilih

No	Parameter	Satuan	KPF	KPA			KPA X KPF		
				Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
1	Tekanan Minimum	m	0,20	1	1	1	0,20	0,20	0,20
2	Tekanan Maksimum	m	0,20	0	0	0	0,00	0,00	0,00
3	Kecepatan Minimum	m/s	0,20	0	0	1	0,00	0,00	0,20
4	Kecepatan Maksimum	m/s	0,20	1	1	1	0,20	0,20	0,20
5	Headloss Maksimum	m/km	0,20	0	0	0	0,00	0,00	0,00
6	Panjang	m	0,00	0	1	0	0,00	0,00	0,00

No	Parameter	Satuan	KPF	KPA			KPA X KPF			
				Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	
	Pipa						Jumlah	0,40	0,40	0,60

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode WRT, hasil yang diperoleh ialah jalur alternatif 3 menjadi jalur alternatif yang memiliki poin terbesar di antara alternatif lainnya dengan nilai yang diperoleh sebesar 0,60. Sehingga jalur alternatif 3 yang terpilih untuk perencanaan JDU di Kecamatan Subang, Kecamatan Cibogo dan Kecamatan Pagaden.

#### IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini yaitu:

1. Total kebutuhan air domestik dan non domestik air yang diperlukan oleh wilayah perencanaan pada akhir periode yaitu pada tahun 2043 sebesar 610,798 L/detik, dimana total kebutuhan air Kecamatan Subang 356 L/detik, Kecamatan Cibogo 114,115 L/detik, dan Kecamatan Pagaden 139,850 L/detik.
2. Perencanaan jaringan distribusi dibuat dengan menentukan 3(tiga) buah jalur alternatif dibuat menggunakan *software Google Earth*, jalur dirancang dengan mengikuti jalan utama, Pipa yang digunakan yaitu pipa jenis HDPE (High Density Polythylene) dan menyimulasikannya dalam sistem EPANET 2.0. 3. Jalur alternatif dibuat sebanyak 3 (tiga) buah jalur dengan masing-masing terdapat perbedaan dimulai dari panjang pipa dan penggunaan aksesoris pipa berupa valve.

3. Berdasarkan hasil pemilihan alternatif jaringan distribusi menggunakan metode WRT, jalur alternatif terpilih yaitu jalur alternatif 3 (tiga) dengan point akhir penilaian didapat sebesar 0,60.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anam, H. (2018). Pengaruh Lama Penyimpanan Air Terhadap Sisa Klor Pada Air Distribusi PDAM Giri Menang Mataram. *Jurnal Medika Bio Sains*, 1, 95–104.
- Astiti, S. P. C. (2023). Penerapan Metode Least Square Dalam Perhitungan Proyeksi Jumlah Penduduk. *Sepren: Journal of Mathematics Education and Applied*, 4(2), 147–154. <https://doi.org/10.36655/sepres.v4i1>.
- Azwar, A. L. (2024). *Perbandingan Model Aritmatik, Geometrik, Eksponensial, dan Logistik pada Kasus Pertumbuhan Penduduk Provinsi Lampung*. Universitas Lampung.
- Bwire, C., Onchiri, R., & Mburu, N. (2015). Simulation Of Pressure Variations Within Kimili Water Supply System Using EPANET. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCET)*, 6(4), 28–38.
- Dias, T. F., & Ghisi, E. (2024). Urban Water Consumption: A Systematic Literature Review. *Water*, 16, 838, 1-24. <https://doi.org/10.3390/w16050838>
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. (1996). *Kriteria perencanaan: Departemen Pekerjaan Umum*.
- Kurniawan, A., Priyanto, A., Suripin, & Salamun. (2014). Perencanaan Sistem

- Penyediaan Air Bersih Pdam Kota Salatiga. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 3(4), 985–994. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts>
- Lestari, A. T., & Indarjanto, H. (2016). Analisis Dan Rencana Pengembangan Jaringan Distribusi Air Bersih Unit Cabang Timur PDAM Kabupaten Klaten. *JURNAL TEKNIK ITS*, 5(2), 150–155.
- Peraturan Bupati Subang Nomor 67 Tahun 2020 Tarif Air Minum Pada Perusahaan Umum Daerah Air Minum Tirta Rangga Kabupaten Subang.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 18/Prt/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Nomor 27 Tahun 2016 Tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum.
- Pradana, R., Asmura, J., & Andrio, D. (2017). Perencanaan Sistem Penyediaan Air Minum (Spam) Di Kecamatan Bukit Raya Kota Pekanbaru. *Jom F TEKNIK*, 4(1), 1–8.
- Rahmadiny, A., Bargreitha, N., Pamungkas, T. A. P., Chandra, R. R., Angky, M., & Setiawan, A. A. (2019). Penggunaan Material Limbah High Density Polyethylene (HDPE) Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton. *Widyakala Journal Of Pembangunan Jaya University*, 6, 6–11.
- Rasyad, M., Riduan, R., & Abdi, C. (2021). Simulasi Sisa Klor Pada Jaringan Distribusi IPA II Pramuka PDAM Bandarmasih. *Jurnal Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan*, 4(1), 41–55.
- Rijaldi, P. A., Sutikno, S., & Ernawan, D. (2021). Analisa Pipa Jaringan Distribusi Air Bersih Di Perumda Tirta Rangga Subang Dengan Menggunakan Software EPANET 2.0. *Jurnal Teknik*, 5(2), 35–41.
- Saputra, A. R., & Juwana, I. (2023). Pemilihan Alternatif Jaringan Distribusi Air Minum Di Kawasan Perkotaan Betun Kecamatan Malaka Tengah Kabupaten Malaka Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Reka Lingkungan*, 11(2), 105–116.
- Shamsaei, H., Jaafar, I. O., & Basri, N. E. A. (2013). Effects Velocity Changes On The Water Quality In Water Distribution Systems. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 5(14), 3783–3790.
- Sofia, E., & Riduan, R. (2017). Evaluasi dan analisis pola sebaran sisa klor bebas pada jaringan distribusi IPA Sungai Lulut PDAM Bandarmasih. *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(2), 10–24.
- Sukarto, R. T. (2017). *Analisis dan Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Minum PDAM Kota Banyuwangi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sya'bani, M. R. (2016). *Penerapan Jaringan Distribusi Sistem Districe Meter Area (DMA) dalam Optimalisasi Penurunan Kehilangan Air Fisik Ditinjau dari Aspek Teknis dan Finansial (Studi Kasus: Wilayah Layanan IPA Bengkuring PDAM Tirta Kencana Kota Samarinda)*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Zeng, F., Lia, K., Li, X., & Tollner, E. W. (2022). Impact Of Planning Horizon On Water Distribution Network Design. *Water Supply*, 22(3), 2863–2873. <https://doi.org/10.2166/ws.2021.431>