

## **PEMILIHAN ALTERNATIF JARINGAN DISTRIBUSI AIR MINUM DI KAWASAN PERKOTAAN BETUN KECAMATAN MALAKA TENGAH KABUPATEN MALAKA PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR**

**ANDRIANSYAH RAMADHANY SAPUTRA<sup>1</sup>, IWAN JUWANA<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
(Institut Teknologi Nasional Bandung)

Email: [andriansyahrs@gmail.com](mailto:andriansyahrs@gmail.com)

### **ABSTRAK**

*Kawasan Perkotaan Betun terletak di Kecamatan Malaka Tengah, Kabupaten Malaka, Provinsi Nusa Tenggara timur yang dihuni oleh 23.058 jiwa pada tahun 2021 belum memiliki jaringan perpipaan distribusi air minum. Sebanyak 57,87% penduduk masih menggunakan sumber air minum bukan jaringan perpipaan tidak terlindungi. Oleh karena itu dibutuhkan perencanaan sistem jaringan perpipaan air minum agar masyarakat terlayani oleh sumber air minum yang terlindungi dengan pemanfaatan air baku dari 7 Mata Air menggunakan bangunan penyadap mata air dan debit minimum sebesar 50 liter/detik yang akan ditampung di reservoir dan di distribusikan kepada masyarakat melalui Jaringan Perpipaan. Kebutuhan air minum dihitung berdasarkan proyeksi jumlah penduduk serta fasilitas sosial ekonomi, dengan periode perencanaan selama 20 tahun sampai tahun 2042. Total kebutuhan air minum rata-rata yang di proyeksikan pada tahun 2042 adalah 21,12 l/dtk. Perencanaan ini, menggunakan 3 buah alternatif jalur yang selanjutnya dianalisis jalur yang paling sesuai dengan metode dan kriteria teknis Permen PUPR 27/2016. Metode yang dianalisis adalah Pugh Matrix dan Weighted Ranking Technique (WRT). Pipa yang digunakan dalam perencanaan yaitu Polyvinyl Chloride tipe AW (untuk aliran bertekanan) dengan variasi diameter pipa sebesar 32 mm sampai 267 mm. Estimasi Rancangan Anggaran Biaya (RAB) yang diperlukan sebesar Rp10.416.950.133.*

**Kata kunci:** *Betun, distribusi air minum, jaringan perpipaan*

### **ABSTRACT**

*The Betun Urban Area is located in District of Central Malaka, Malaka Regency, East Nusa Tenggara Province which is inhabited by 23,058 people in 2021 does not yet have a drinking water distribution pipe network. A total of 57.87% of the population still uses drinking water sources from unprotected non-pipelines system. Therefore, it's necessary to plan a drinking water piping network system so the community is served by protected drinking water sources by utilizing raw water from 7 springs using broncaptering with minimum discharge of 50 liters/second which will be accommodated in the reservoir and distributed to the community through the Pipeline Network. The demand for drinking water is calculated based on the projected population and facilities, with a planning period for 20 years until 2042. Total projected average drinking water demands in 2042 is 21.12 l/s. In this plan 3 alternative paths are made and choose the most suitable path according to the required method and technical criteria Minister of Public Works and Public Housing 27/2016. The method is Pugh Matrix and Weighted Ranking Technique (WRT). The pipe used in the design is Polyvinyl Chloride pipe type AW (for pressurized flow) with a pipe diameter variation of 32 mm to 267 mm. The Estimated investment required amounted to IDR 10,416,950,133.*

**Keywords:** *Betun, drinking water distribution, pipe network.*

## 1. PENDAHULUAN

Menurut Peraturan Bupati Malaka Nomor 25 Tahun 2022 Rencana Detail Tata Ruang Kawasan Perkotaan Betun Kabupaten Malaka, Kawasan Perkotaan Betun dibentuk dari gabungan beberapa wilayah desa yang ada di Kecamatan Malaka Tengah, Kabupaten Malaka, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Kawasan Perkotaan Betun merupakan salah satu ibukota kabupaten di Provinsi Nusa Tenggara Timur yang belum terjangkau Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM), sehingga Kawasan Perkotaan Betun menjadi Proyek Prioritas Nasional untuk Pembangunan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) pulau terluar dan perbatasan yang tertuang di Rencana Strategis Direktorat Air Minum tahun 2020-2024. Kondisi saat ini Sistem Penyediaan Air Minum di Kawasan Perkotaan Betun masih menggunakan Bukan Jaringan Perpipaan (BJP) tidak terlindungi sebanyak 57,87% dan sisanya sebanyak 42,13% penduduk di Kawasan Perkotaan Betun menggunakan BJP terlindungi. Hal ini perlu mendapatkan perhatian, apabila penduduk masih menggunakan sumber air minum yang tidak terlindungi akan berdampak pada kesehatan. Pembangunan Jaringan Distribusi Utama (JDU) Kawasan Perkotaan Betun direncanakan untuk mendistribusikan air minum dengan jaringan perpipaan di Sub Wilayah Perencanaan I.A dan sebagian wilayah I.B. Perencanaan ini dilakukan untuk memenuhi target pelayanan air minum dengan sistem perpipaan sebesar 48% dari populasi daerah perencanaan yang masih menggunakan sumber air minum BJP tidak terlindungi.

Pemerintah Kabupaten Malaka akan membangun reservoir yang terletak di Sub Blok A.2.A Desa Kamanasa Kawasan Perkotaan Betun, dengan sumber air baku direncanakan berasal dari 7 mata air yang diambil menggunakan bangunan penyadap mata air dan mempunyai total debit minimum sebesar 50 l/dtk. Jalur distribusi air minum akan melalui 5 Sub Wilayah Perencanaan (SWP) mulai dari SWP A2 (Desa Kamanasa) dan berakhir di SWP A5 (Desa Kateri). Dengan demikian dilakukan perencanaan Jaringan Distribusi Utama (JDU) sistem perpipaan untuk menyalurkan air minum pada Sub Wilayah Perencanaan I.A dan sebagian Sub Wilayah Perencanaan I.B Kawasan Perkotaan Betun yang memenuhi kebutuhan masyarakat dari segi kuantitas, kualitas, kontinuitas dan keterjangkauan.

Sub Wilayah Perencanaan Kawasan Perkotaan Betun yang terdiri dari Desa Wehali (SWP A.1), Desa Kamanasa (A.2), Desa Harekaka (A.3), Desa Kakaniuk (A.4), Desa Kateri (A.5), Desa Umakatahan (B.1) dan Desa Umanen Lawalu (B.4) dengan luas total sebesar 32,24 km<sup>2</sup>, serta berada pada ketinggian ± 4 sampai 98 meter di atas permukaan laut (mdpl) dan jumlah penduduk sebanyak 23.058 jiwa pada tahun 2021 (RDTR Kawasan Perkotaan Betun, 2022):

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kebutuhan total distribusi air minum yang dibutuhkan oleh masyarakat di Kawasan Perkotaan Betun SWP A serta SWP B blok 1 dan 4;
2. Menentukan kebutuhan jaringan pipa dan dimensi yang diperlukan di Kawasan Perkotaan Betun SWP A dan sebagian SWP B yang menggunakan aplikasi EPANET 2.2;
3. Menganalisis aspek hidraulik dari sistem distribusi air minum menggunakan aplikasi EPANET 2.2 dan perhitungan *Hazen-Williams*;
4. Menentukan jalur distribusi alternatif yang terbaik.

## 2. METODOLOGI

Perencanaan jaringan distribusi utama air minum di Kawasan Perkotaan Betun dilakukan dengan metode sebagai berikut.

### 2.1 Identifikasi Masalah

Tahap pertama yang harus dilakukan saat merencanakan jaringan distribusi air minum adalah identifikasi masalah. Tujuannya untuk mengetahui latar belakang dilakukannya perencanaan. Identifikasi masalah pada perencanaan jaringan distribusi air minum dapat mengacu pada Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional dan Daerah (RPJMN & D), Rencana Induk Sistem Penyediaan Air Minum (RISPAM) dan Rencana Detail Tata Ruang (RDTR).

### 2.2 Studi Literatur

Dalam tahap ini melakukan peninjauan terhadap referensi atau pustaka terkait perencanaan jaringan distribusi air minum. Referensi tersebut berupa jurnal, buku dan lain-lain yang dapat dijadikan acuan dan bahan pertimbangan dalam perencanaan jaringan distribusi air minum.

### 2.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan yaitu data sekunder. Pengumpulan data sekunder yang diperoleh berupa data hasil survei instansi yaitu profil kawasan rencana jumlah penduduk, sarana dan prasarana, pemakaian air minum, RDTR Kawasan Perkotaan Betun, sumber air baku air minum serta peta topografi Kawasan Perkotaan Betun.

Data sekunder yang diperlukan meliputi:

- Data Pendukung Perencanaan  
Pendukung perencanaan berupa kondisi saat ini atau perencanaan Sistem Penyediaan Air Minum di lokasi perencanaan, serta kebutuhan air minum masyarakat. Sehingga dapat menentukan periode perencanaan penyediaan jaringan distribusi air minum. Data ini diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS), jurnal yang terkait, RDTR dan Layanan Pengadaan Secara Elektronik (LPSE) Kab Malaka.
- Data Kependudukan, Sarana dan Prasarana  
Data ini dibutuhkan untuk menentukan proyeksi fasilitas & pertumbuhan penduduk pada periode perencanaan dan untuk menghitung kebutuhan air domestik & non domestik. Data tersebut didapat dari BPS Kecamatan Malaka Tengah.
- Rencana Detail Tata Ruang (RDTR)  
Data ini diperlukan untuk melihat rencana pengembangan daerah perencanaan beberapa tahun ke depan. Di dalam dokumen ini juga terdapat peta administrasi dan peta tata guna lahan yang menunjukkan batas-batas wilayah perencanaan dengan kawasan disekitarnya dan dapat berguna sebagai dasar acuan penentuan penempatan jalur pipa yang akan direncanakan sesuai dengan penduduk yang akan dilayani di daerah perencanaan. Data ini didapatkan dari BAPPEDA Kecamatan Malaka Tengah, berupa RDTR Kawasan Perkotaan Betun Tahun 2022.

### 2.4 Pengolahan Data

Melakukan pengolahan data setelah pengecekan kelengkapan data, berikut merupakan tahap pengolahan data untuk perencanaan distribusi air minum di wilayah perencanaan. Meliputi:

- Rencana Tingkat Pelayanan Air Minum

Periode perencanaan untuk 20 tahun, dimulai dari tahun 2023 sampai tahun 2042. Perencanaan dilakukan untuk membangun Sistem JP bagi populasi yang masih menggunakan BJP tidak terlindungi yaitu sebanyak 58% dari total populasi.

- **Proyeksi Jumlah Penduduk dan Fasilitas**  
Metode proyeksi yang digunakan untuk perencanaan ini adalah dengan cara membandingkan hasil dari metode Aritmetika, Metode Geometri dan Metode Eksponensial. Metode terpilih yang memiliki nilai standar deviasi terkecil dan koefisien korelasi mendekati satu.
- **Proyeksi Kebutuhan Air Minum**  
Proyeksi ini diawali dengan menentukan kebutuhan total air rata-rata yang merupakan hasil penjumlahan dari kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non domestik serta perkiraan faktor kehilangan air. Menentukan debit puncak penggunaan air selama 1 jam dalam periode 1 hari sepanjang tahun dengan cara menghitung kebutuhan total air rata-rata dikali dengan faktor jam puncak pemakaian air (Al-Layla & M.Anis, 1978).
- **Perencanaan Jaringan Pipa Distribusi Alternatif**  
Desain jalur alternatif berdasarkan pada prioritas area pembangunan jalur distribusi air minum, yaitu daerah yang belum mendapat pelayanan air minum, berkepadatan tinggi serta kawasan strategis (Walski, 1984). Pembuatan jalur alternatif berdasarkan RDTR dan peta topografi kawasan perencanaan. Perencanaan jalur alternatif dapat berupa pola jaringan gabungan (cabang dan *loop*), berupa jaringan pipa pola *loop*, dan berupa jaringan perpipaan pola cabang.
- **Analisis Hidraulik Pipa Menggunakan *Software* EPANET 2.2**  
Analisis hidraulik perencanaan jalur pipa distribusi Kawasan Perkotaan Betun menggunakan *software* EPANET versi 2.2, Data yang dimasukkan berupa elevasi pipa, panjang pipa, kekasaran pipa, diameter awal pipa, serta pemakaian air tiap titik. *Running* program sehingga mendapatkan data *headloss*, kecepatan pengaliran, sisa tekan pengaliran dan diameter pipa jaringan distribusi pada jam puncak pemakaian air minum pada pukul 8:00. Selanjutnya melakukan analisis hidraulik yang mengacu pada kriteria teknis pada PerMen PUPR No. 27 Tahun 2016.
- **Alternatif Terpilih**  
Untuk pemilihan jalur alternatif dilakukan dengan 2 metode yaitu Metode Pugh *Matrix* yang mengacu pada (Pugh, 1981) dan Metode *Weighted Ranking Technique* (WRT) karena metode tersebut dapat membandingkan kriteria teknis dan non teknis yang mengacu pada (Babbit, 1962).

### 3. HASIL & PEMBAHASAN

#### 3.1 Rencana Tingkat Pelayanan

Jaringan distribusi air minum di Kawasan Perkotaan Betun direncanakan untuk 20 tahun. Menurut data tender LPSE Tahun 2022 tentang Pembangunan Broncaptering dan Jaringan Transmisi Desa Wehali dan Pembangunan Broncaptering, Jaringan Transmisi dan Reservoir Desa Kamanasa, pengerjaan sudah dimulai dari tanggal 18 Mei 2022 dengan pekerjaan proyek selama 150 hari. Sehingga proyek unit air baku, unit transmisi dan reservoir distribusi dapat selesai paling cepat pada akhir bulan Oktober 2022. Sistem penyediaan air minum terdiri dari 2 (dua) macam, yaitu JP dan BJP. Seluruh jaringan sistem yang tersedia di wilayah Kawasan Perkotaan Betun adalah BJP, sedangkan untuk sistem JP di Kawasan Perkotaan Betun sama sekali belum tersedia. Sebagian besar penduduk di Kawasan Perkotaan Betun menggunakan BJP tidak terlindungi sebanyak 57,87% dari populasi untuk memenuhi kebutuhan air minum sehari-

PEMILIHAN ALTERNATIF JARINGAN DISTRIBUSI AIR MINUM DI KAWASAN PERKOTAAN BETUN  
KECAMATAN MALAKA TENGAH KABUPATEN MALAKA PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR

hari. Dan sisanya sebanyak 42,13% dari populasi menggunakan BJP terlindungi untuk memenuhi kebutuhan air minum sehari-hari. Sehingga perlunya peningkatan kualitas Sistem Penyediaan Air Minum di Kawasan Perkotaan Betun dengan merencanakan Sistem JP untuk populasi yang belum mendapatkan Sistem Jaringan yang terlindungi yaitu sebanyak 58% dari total populasi.

Diasumsikan untuk waktu untuk mendapatkan tender Pembangunan Jaringan Distribusi selama 2 bulan, sehingga pembangunan perencanaan jaringan distribusi air minum dapat dimulai dari tahun 2023. Pembangunan jaringan distribusi air minum perpipaan direncanakan selesai pada tahun 2027 dengan tingkat pelayanan sebesar 58%. Perhitungan debit perencanaan jaringan distribusi air minum dilakukan setiap 5 tahun selama 20 tahun sampai dengan tahun 2042, yang mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Nomor 27 Tahun 2016 Tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air.

Berikut merupakan tabel perencanaan peningkatan jaringan perpipaan dan bukan jaringan perpipaan Kawasan Perkotaan Betun pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1. Persentase Perencanaan Sistem Jaringan Distribusi**

Peningkatan	Satuan	2022	2023	2027	2033	2037	2042
Jaringan perpipaan	%	0	0	58	58	58	58
BJP tidak terlindungi	%	57,87	57,87	0	0	0	0
BJP terlindungi	%	42,13	42,13	42	42	42	42

Sumber: Hasil Analisis, 2022

### 3.2 Proyeksi Jumlah Penduduk

Perencanaan sistem distribusi air minum memerlukan proyeksi jumlah penduduk, karena sistem distribusi air minum akan digunakan dalam jangka waktu yang panjang. Hal ini krusial untuk dilakukan sehingga sistem yang dibangun tidak menimbulkan masalah pada masa yang akan datang dan dapat digunakan sesuai dengan periode desain yang telah direncanakan. Proyeksi penduduk menggunakan metode matematika yaitu metode aritmetika, geometri dan eksponensial dengan menggunakan data penduduk di masa lampau untuk mengetahui laju pertumbuhan penduduk. Dari hasil analisis didapat bahwa metode proyeksi Aritmetika merupakan metode yang terbaik untuk daerah perencanaan (Groenewold & Navaneetham, 1998). Pada Tabel 3.2 merupakan perbandingan proyeksi penduduk dan pada Tabel 3.3 merupakan hasil proyeksi penduduk.

**Tabel 3.2 Perbandingan Ke-3 Metode Proyeksi Penduduk**

Tahun	Penduduk Saat ini (Jiwa)	Metode Proyeksi Penduduk (Jiwa)		
		Metode Aritmetika	Metode Geometri	Metode Eksponensial
2012	19.833	19.833	19.833	19.833
2013	20.401	20.132	20.132	20.129
2014	20.618	20.431	20.437	20.431
2015	20.811	20.731	20.748	20.739
2016	20.954	21.030	21.064	21.052
2017	21.604	21.329	21.386	21.371
2018	21.830	21.628	21.715	21.696
2019	22.439	21.927	22.049	22.027
2020	22.535	22.227	22.390	22.364
2021	23.058	22.526	22.738	22.708
<b>Standar Deviasi (SD)</b>		129,4101711	139,5831857	138,1532698
<b>Koefisien Variasi (CV)</b>		4,874073923	5,023366897	4,973251819
<b>Korelasi</b>		0,954638218	0,954550788	0,954558672

Sumber: Analisis, 2022

Pemilihan metode proyeksi jumlah penduduk dianalisis menggunakan angka korelasi positif yang terbesar (paling mendekati 1 atau -1), nilai standar deviasi yang paling kecil, rata-rata mendekati nilai rata-rata saat ini dan koefisien variasi paling kecil (Groenewold & Navaneetham, 1998). Berdasarkan perhitungan, metode proyeksi yang dipilih adalah metode Aritmetika karena tiga faktor memenuhi kriteria di antara lain:

- Koefisien variasi dengan nilai paling kecil;
- Nilai korelasi yang paling mendekati 1;
- Standar deviasi dengan nilai paling kecil.

**Tabel 3.3 Proyeksi Penduduk Kawasan Perkotaan Betun Metode Aritmetika**

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
1	2022	23.418
2	2027	25.219
3	2032	27.020
4	2037	28.821
5	2042	30.622

Sumber: Analisis, 2022

### 3.3 Proyeksi Kebutuhan Air Minum

Untuk menghitung kebutuhan air minum di Kawasan perencanaan, proyeksi kebutuhan air harus dilakukan yang disesuaikan dengan metode proyeksi penduduk terpilih. Direncanakan 58% populasi terlayani oleh sistem perpipaan pada tahun 2027 sampai 2042, dengan kehilangan air sebanyak 20%, faktor harian maksimum sebesar 1,2 dan faktor jam puncak sebesar 1,65. Rekapitulasi kebutuhan air minum di Kawasan Perkotaan Betun berada pada Tabel 3.4.

**Tabel 3.4 Rekapitulasi Kebutuhan Air Minum Kawasan Perkotaan Betun**

Keterangan	Satuan	Tahun				Sumber
		2027	2032	2037	2042	
Jumlah Penduduk	Jiwa	25.219	27.020	28.821	30.622	Proyeksi Penduduk
Tingkat Pelayanan SR Perpipaan	%	58	58	58	58	Statistik Kesejahteraan Rakyat Provinsi NTT, 2021
Jumlah Dilayani	Jiwa	14.627	15.672	16.716	17.761	Perhitungan
Jumlah SR	KK	3.657	3.918	4.179	4.440	Proyeksi Penduduk
Konsumsi Air	liter/org/hari	92	92	92	92	Penelitian JJ Messakh dkk (2018) di Provinsi NTT
Total Kebutuhan Air Domestik	liter/detik	15,58	16,69	17,80	18,91	Perhitungan
Total Kebutuhan Air non Domestik	Liter/detik	1,97	2,00	2,05	2,21	Perhitungan
Kebutuhan Air Rata-Rata	Liter/detik	17,54	18,68	19,85	21,12	Perhitungan
Kehilangan Air	%	20	20	20	20	Standar maksimum kehilangan air Permen PUPR No. 27/PRT/M/2016
Kebutuhan Air Minum Setelah Kehilangan Air	Liter/detik	21,05	22,42	23,82	25,34	Perhitungan
Faktor Harian Maksimum		1,20	1,20	1,20	1,20	Perhitungan dari data PDAM Tirta Lontar Kota Kupang dan PDAM Alor
Kebutuhan Air Harian Maksimum	m <sup>3</sup> /hari	2.182,5	2.324,4	2.469,4	2.627,3	Perhitungan
Faktor Jam Puncak		1,65	1,65	1,65	1,65	Perhitungan dari data PDAM Tirta Lontar Kota Kupang dan PDAM Alor
Kebutuhan Air Pada Jam Puncak	Liter/detik	34,73	36,99	39,30	41,81	Perhitungan

Sumber: Analisis, 2022

### 3.4 Kapasitas Reservoir

Untuk menghitung kapasitas reservoir ini, maka reservoir ditinjau dari fungsinya sebagai equalizing flow. Reservoir diperlukan untuk menyeimbangkan fluktuasi permukaan air harian, sehingga kebutuhan maksimum per jam dapat terpenuhi. Kapasitas reservoir ini dapat

ditentukan bila diketahui fluktuasi pemakaian air harian dikota tersebut (Joko, 2010). Reservoir yang digunakan yaitu ground tank berada di bagian utara Blok A.2 Desa Kamanasa berbahan dasar semen karena reservoir yang berada diketinggian 85 mdpl. Dengan kapasitas total reservoir sebesar 450m<sup>3</sup>

### 3.5 Alternatif Jaringan Distribusi

Pada perencanaan ini menggunakan pipa utama jenis PVC tipe AW dan pipa *Galvanized Iron* (GI) untuk *crossing* jalan. Diameter pipa yang digunakan bervariasi antara 32 mm – 267 mm. Jam puncak Kawasan Perkotaan Betun pada pukul 08.00 Waktu Indonesia Tengah (WITA). Sistem pengaliran air minum dalam perencanaan distribusi ini secara gravitasi karena perbedaan elevasi reservoir pada ketinggian 85 mdpl dengan titik terima air paling rendah sebesar 37 meter dan paling tinggi 76 meter. Perencanaan jaringan distribusi ini menggunakan 3 (tiga) alternatif, alternatif I berupa jaringan perpipaan dengan pola gabungan (cabang dan *loop*), alternatif II berupa jaringan pipa dengan pola *loop*, dan alternatif III berupa jaringan perpipaan dengan pola cabang disajikan pada Tabel 3.5. Jalur pola jaringan dari ketiga alternatif tersaji pada Gambar 1, Gambar 2 dan Gambar 3.

**Tabel 3.5 Rekapitulasi Hasil *Running* EPANET 2.2 Setiap Alternatif**

Kriteria Teknis	Satuan	Pola Gabungan	Pola Loop	Pola Cabang
Jumlah Node	Node	41	41	40
Jenis Pipa	-	PVC-AW	PVC-AW	PVC-AW
Tekanan Minimum	meter	63,54	59,99	62,18
Tekanan Maksimum	meter	11,37	7,49	2,23
Kecepatan Minimum	m/detik	1,01	1,35	1,21
Kecepatan Maksimum	m/detik	0,3	0,09	0,39
<i>Headloss</i>	m/km	7,68	9,75	9,44
Panjang Pipa	meter	29.981	38.731	22.416

Sumber: Analisis, 2022

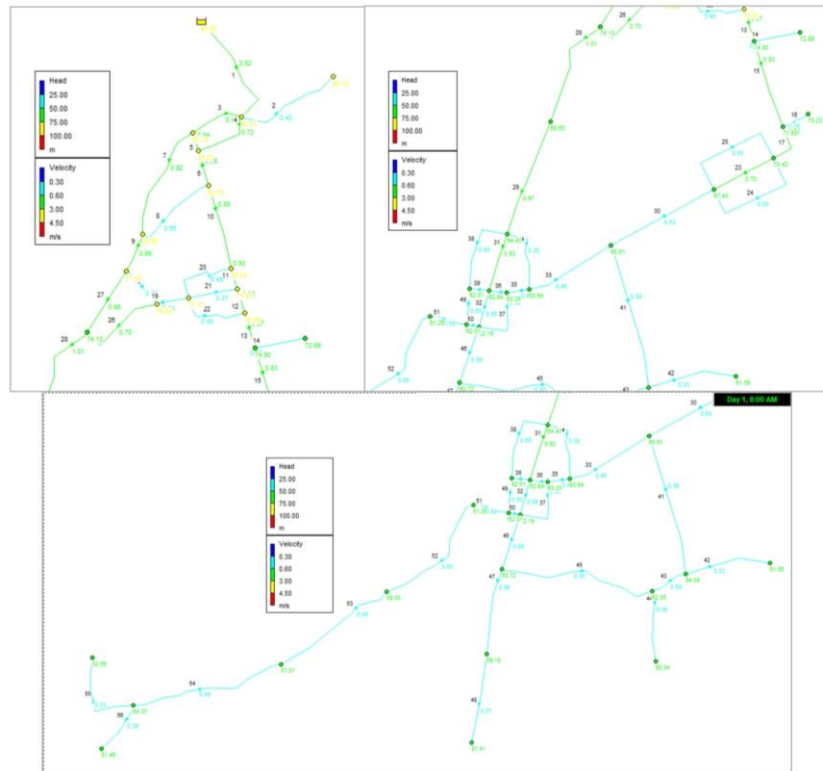
### 3.6 Pemilihan Alternatif Terbaik Jaringan Distribusi Air Minum

Pemilihan jaringan alternatif distribusi air minum menggunakan metode Pugh Matrix dan *Weighted Ranking Technique* (WRT).

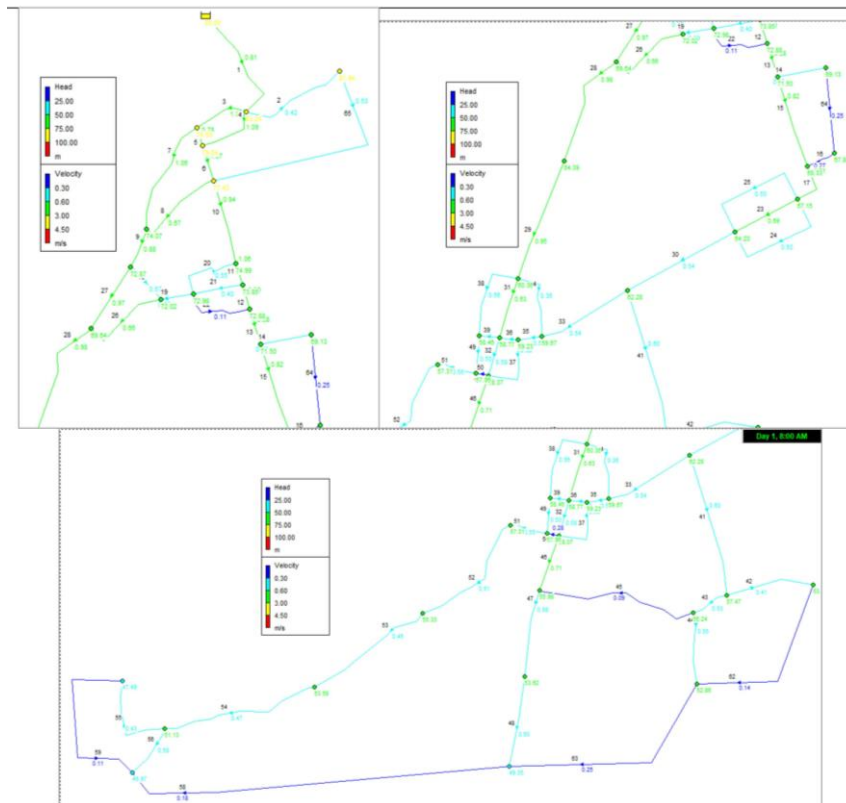
#### 3.6.1 Metode *Pugh matrix*

Metode *Pugh Matrix* adalah metode membandingkan beberapa alternatif dengan standar yang telah ditetapkan. Fungsi utama dari Pugh Matrix adalah untuk membantu menentukan solusi yang terbaik dibandingkan dengan berbagai pilihan yang lain. Salah satu keunggulan metode *Pugh Matrix* adalah pengguna tidak membutuhkan data kuantitatif dalam jumlah yang besar (Pugh, 1981). Berikut merupakan proses penilaian untuk menentukan alternatif menggunakan metode Pugh Matrix pada Tabel 3.6.

Berdasarkan Tabel 3.6, pola *loop* (alternatif II) tidak memenuhi syarat pada parameter tekanan minimum, kecepatan minimum. Pola cabang (alternatif III) tidak memenuhi syarat pada parameter tekanan minimum. Pola gabungan cabang dan *loop* (alternatif I) merupakan alternatif terpilih dari metode Pugh Matrix karena memenuhi semua syarat parameter kriteria teknis dan kriteria non teknis relatif baik.



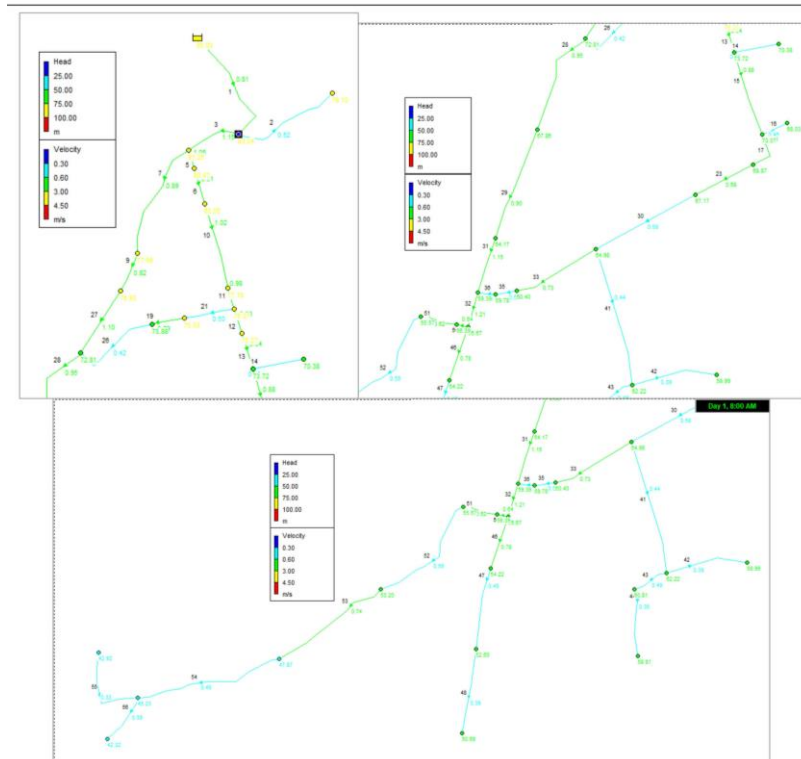
Gambar 1. Jalur Alternatif I Pola Gabungan Jalur Distribusi Air Minum



Gambar 2. Jalur Alternatif II Pola Loop Jalur Distribusi Air Minum



**PEMILIHAN ALTERNATIF JARINGAN DISTRIBUSI AIR MINUM DI KAWASAN PERKOTAAN BETUN  
KECAMATAN MALAKA TENGAH KABUPATEN MALAKA PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR**



**Gambar 3. Jalur Alternatif III Pola Cabang Jalur Distribusi Air Minum**

**Tabel 3.6 Penentuan Alternatif Metode Pugh Matrix**

Kriteria Teknis	Satuan	Syarat	Pola Gabungan	Pola Loop	Pola Cabang
Tekanan Maksimum	meter	80	63,54	59,99	62,18
Tekanan Minimum	meter	10	11,37	7,49	2,23
Kecepatan Maksimum	m/detik	3 - 4,5	1,01	1,35	1,21
Kecepatan Minimum	m/detik	0,3 – 0,6	0,3	0,09	0,39
Headloss	m/km	10	7,68	9,75	9,44
Panjang Pipa	meter	Terpendek	29.981	38.731	22.416
Perawatan	-	Paling Mudah	Mudah	Paling Mudah	Paling Sulit
Aspek Lingkungan (Galian Tanah)	meter	Paling Sedikit	Sedikit	Paling Banyak	Paling Sedikit

Sumber: Analisis, 2022

### 3.6.2 Metode *Weighted Ranking Technique* (WRT)

Metode *Weighted Ranking Technique* (WRT) atau metode pembobotan adalah metode yang memberikan nilai tertentu terhadap semua parameter yang dibandingkan, menjadikan nilainya bersifat kuantitatif. Tahap pertama dalam metode WRT adalah memberikan nilai tertentu pada setiap masing-masing parameter, nilai tersebut adalah Koefisien Pentingnya Faktor (KPF). Penentuan nilai Koefisien Penting Faktor (KPF) untuk setiap parameter dilakukan dengan kaidah memberikan bobot untuk masing-masing parameter yang didasarkan pada tingkat kepentingan faktor dalam proses pengambilan keputusan. Nilai yang selanjutnya diberikan pada perbandingan adalah (Babbit, 1962):

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

Berikut merupakan tahap pertama proses penilaian untuk menentukan alternatif menggunakan metode WRT pada Tabel 3.7.

**Tabel 3.7 Perhitungan Nilai Koefisien Pentingnya Faktor (KPF)**

No	Kriteria Teknis	Proses Penilaian									Jumlah	KPF
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	Tekanan Minimum	-	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	6	0,17
2	Tekanan Maksimum	0,5	-	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	6	0,17
3	Kecepatan Minimum	0,5	0,5	-	0,5	0,5	1	1	1	1	6	0,17
4	Kecepatan Maksimum	0,5	0,5	0,5	-	0,5	1	1	1	1	6	0,17
5	Headloss	0,5	0,5	0,5	0,5	-	1	1	1	1	6	0,17
6	Panjang Pipa	0	0	0	0	0	-	0,5	0,5	0,5	1,5	0,04
7	Perawatan	0	0	0	0	0	0,5	-	0,5	0,5	1,5	0,04
8	Aspek Lingkungan	0	0	0	0	0	0,5	0,5	-	0,5	1,5	0,04
9	Pengerjaan Proyek	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	-	1,5	0,04
<b>Jumlah</b>											36	1

Sumber: Analisis, 2022

Penentuan KPF pada setiap parameter ditinjau menggunakan perbandingan kesesuaian dengan persyaratan teknis serta non teknis. Contohnya untuk Tekanan minimum (no.1) dibandingkan dengan tekanan maksimum (no.2) diberi nilai sama yaitu 0,5 pada keduanya, karena keduanya merupakan kriteria desain atau persyaratan yang sama pentingnya yang harus dipenuhi dalam perencanaan distribusi air minum. Sedangkan perbandingan kriteria kecepatan minimum (no.1) dan panjang pipa (no.6) kecepatan minimum diberi nilai 1 sedangkan untuk panjang pipa diberi nilai 0 karena kriteria teknis lebih penting daripada kriteria non teknis. Berikut merupakan tahap kedua proses penilaian untuk menentukan alternatif menggunakan metode WRT penentuan koefisien pemilihan alternatif (KPA), diberi nilai 1 apabila memenuhi syarat dan diberi nilai 0 apabila tidak memenuhi syarat. Diberikannya nilai untuk setiap parameter pada setiap alternatif pada Tabel 3.8.

**Tabel 3.8 Perhitungan Nilai Koefisien Alternatif (KPA)**

No	Kriteria Teknis	Satuan	Syarat	Nilai	KPA	Cabang	m/km	10	9,44	1
<b>1 Tekanan Minimum</b>										
1	Gabungan	meter	10	11,37	1	<b>6 Panjang Pipa</b>				
	Loop	meter	10	7,49	0					
	Cabang	meter	10	2,23	0					
	jumlah									
<b>2 Tekanan Maksimum</b>										
2	Gabungan	meter	80	63,54	1	<b>7 Perawatan</b>				
	Loop	meter	80	59,99	1					
	Cabang	meter	80	62,18	1					
	jumlah									
<b>3 Kecepatan Minimum</b>										
3	Gabungan	m/detik	0,3 - 0,6	0,3	1	<b>8 Aspek Lingkungan (Galian Tanah)</b>				
	Loop	m/detik	0,3 - 0,6	0,09	0					
	Cabang	m/detik	0,3 - 0,6	0,39	1					
	jumlah									
<b>4 Kecepatan Maksimum</b>										
4	Gabungan	m/detik	3 - 4,5	1,01	1	<b>9 Lama Pengerjaan Proyek</b>				
	Loop	m/detik	3 - 4,5	1,35	1					
	Cabang	m/detik	3 - 4,5	1,21	1					
	jumlah									
<b>5 Headloss</b>										
5	Gabungan	m/km	10	7,68	1	<b>jumlah</b>				
	Loop	m/km	10	9,75	1					

Sumber: Analisis, 2022

**PEMILIHAN ALTERNATIF JARINGAN DISTRIBUSI AIR MINUM DI KAWASAN PERKOTAAN BETUN  
KECAMATAN MALAKA TENGAH KABUPATEN MALAKA PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR**

Penentuan nilai KPA terhadap parameter tiap alternatif yang ada, dinilai dengan cara menganalisis kesesuaian alternatif terhadap persyaratan teknis. Contohnya untuk tekanan minimum, alternatif I terhadap alternatif II dan alternatif III. Alternatif I diberi nilai 1, alternatif II diberi nilai 0 dan alternatif III diberi nilai 0, karena tekanan minimum pada alternatif I sebesar 11,37 m, alternatif II yaitu 7,49 m dan alternatif III yaitu 2,23 m. Di mana alternatif I memiliki tekanan minimum yang di persyaratkan (10 m).

Perhitungan untuk pengambilan keputusan dilakukan dengan cara mengalikan nilai Koefisien Pentingnya Faktor (KPF) dan Koefisien Pentingnya Alternatif (KPA). Alternatif yang mendapat nilai akhir hasil perkalian paling tinggi merupakan alternatif terpilih dari penentuan jalur pipa air limbah domestik. Penentuan jalur alternatif dapat dilihat pada Tabel 3.9.

**Tabel 3.9 Pemilihan Alternatif Terbaik**

Kriteria Teknis	KPF	KPA			KPA x KPF		
		Pola Gabungan	Pola Loop	Pola Cabang	Pola Gabungan	Pola Loop	Pola Cabang
Tekanan Minimum	0,17	1	0	0	0,17	0	0
Tekanan Maksimum	0,17	1	1	1	0,17	0,17	0,17
Kecepatan Minimum	0,17	1	0	1	0,17	0	0,17
Kecepatan Maksimum	0,17	1	1	1	0,17	0,17	0,17
Headloss	0,17	1	1	1	0,17	0,17	0,17
Panjang Pipa	0,04	0	0	1	0	0	0,04
Perawatan	0,04	0	1	0	0	0,04	0
Aspek Lingkungan (Galian Tanah)	0,04	0	0	1	0	0	0,04
Lama Pengerjaan Proyek	0,04	0	0	1	0	0	0,04
	Jumlah				0,83	0,54	0,75

Sumber: Analisis, 2022

Berdasarkan Tabel 3.9 dianalisis bahwa nilai akhir alternatif I yaitu 0,83 sedangkan alternatif II sebesar 0,54 dan alternatif III sebesar 0,75. Karena alternatif terpilih ditentukan berdasarkan hasil nilai paling tinggi, maka jalur alternatif terpilih merupakan jalur alternatif I dengan pola gabungan (cabang dan *loop*).

#### 4. KESIMPULAN

Alternatif I merupakan alternatif terpilih dengan pola jaringan gabungan (cabang dan *loop*) dari metode Pugh Matrix karena memenuhi semua syarat parameter kriteria teknis; Alternatif I merupakan alternatif terpilih dari metode WRT karena nilai akhir alternatif I yaitu 0,83 sedangkan alternatif II sebesar 0,54 dan alternatif III sebesar 0,75.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Al-Layla, Anis, M., Ahmad, S., dan Middlebrooks, E.J. (1985). Water Supply Engineering Design. Michigan: Ann Arbor Science Publishers.
- Babbitt, Harold E. (1962) Water Supply Engineering. New York: Mc. Graw Hill Book Company.
- Badan Pusat Statistik. (2010). Pedoman Penghitungan Proyeksi Penduduk dan Angkatan Kerja (BPS Katalog 2301018). Jakarta: BPS
- Badan Pusat Statistik. (2021). Kecamatan Malaka Dalam Angka Tahun 2012-2021. Betun: BPS.
- Badan Pusat Statistik. (2021). Statistik Kesejahteraan Rakyat Provinsi NTT Tahun 2021. Kupang: BPS.
- Badan Pusat Statistik. (2022). Kabupaten Malaka Dalam Angka Tahun 2022. Betun: BPS.

- Groenewold, G., Navaneetham, K. (1998). *The Projection of Populations: Data Appraisal Basic Methods And Applications*. Kerala: Center for Development Studies And UN Population Fund.
- Jaćimović, N., Stamenic, M., Kolendić, P., Đorđević, D., Radanov, B., Vladić, L. (2015). A novel method for the inclusion of pipe roughness in the Hazen-Williams equation. *FME Transaction*. 43. 35-39. 10.5937/fmet1501035J
- Malaka. (2022). *Peraturan Bupati Malaka Nomor 25 tahun 2022 Tentang Rencana Detail Tata Ruang Kawasan Perkotaan Betun Kabupaten Malaka*. Malaka
- Menteri Pekerjaan Umum. (2007). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta.
- Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. (2016). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Nomor 27 Tahun 2016 Tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta.
- Messakh, J.J., Moy, D.L., Mojo, D., Maliti, Y. (2018) *The Linkage Between Household Water Consumption and Rainfall In The Semi-Arid Region Of East Nusa Tenggara*. Indonesia IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 106 012084.
- PDAM Tirta Lontar. (2021). *Profil Perusahaan Daerah Air Minum Kota dan Kabupaten Kupang Tahun 2021*. PDAM Tirta Lontar. Kota Kupang.
- PDAM Alor. (2021). *Profil Perusahaan Daerah Air Minum Kabupaten Alor Tahun 2021*. PDAM Alor. Kabupaten Alor.
- Pugh S. (1981). *Concept Selection: A Method That Works*. In: Hubka, V. (ed.), *Review of design methodology*. Proceedings international conference on engineering design, March 1981, Rome. Zürich: Heurista, 1981, blz. 497 – 506.
- Rossman, L.A. (2000). *Buku Manual Program Epanet Versi Bahasa Indonesia*. Alih Bahasa: Ekamitra Engineering.
- Walski T.M., Thomas, M. (1984). *Analysis of Water Distribution*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Wei, Xingya. (2021). *Research on the selection of pipe materials for water supply and drainage*. E3S Web of Conferences. 236. 02031. 10.1051/e3sconf/202123602031