

SKRIPSI

**PERENCANAAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH
DI DESA JONJO KECAMATAN PARIGI**



Oleh :

ADE FAJAR SIDIQ

105811107620

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

2025

**PERENCANAAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH
DI DESA JONJO KECAMATAN PARIGI**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Makassar**



Disusun dan Diajukan Oleh:

ADE FAJAR SIDIQ

105811107620

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

2025



PENGESAHAN

Skripsi atas nama **ADE FAJAR SIDIQ** dengan nomor induk Mahasiswa **105 81 11076 20**, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0001/SK-Y/22202/091004/2025, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Kamis, 30 Januari 2025.

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

Makassar, 30 Rajab 1446 H
30 Januari 2025 M

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. Ir. H. Abd. Rakhim Nanda, ST., MT., IPU :

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., ASEAN, Eng :

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. Muhammad Yunus Ali, ST., MT., IPM :

b. Sekretaris : Dr. Marupah, SP., MP :

3. Anggota

1. Dr. Ir. Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM :

2. Dr. Fithriyah Arief Wahgsa, ST., MT. :

3. Muh. Amir Zainuddin, ST., MT., IPM :

Pembimbing

Pembimbing II

Dr. Ir. Hj. Sukmasari Antaria, M.Si

Andi Bunga Tongeng, ST., MT

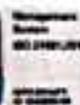
Dekan



[Signature]

Ir. H. Numawaty, S.T., M.T., IPM

NBM : 795 108





FAKULTAS TEKNIK

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **PERENCANAAN SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH DI DESA JONJO KECAMATAN PARIGI**

Nama : 1. ADE FAJAR SIDIQ
2. -

Stambuk : 1. 105 81 11076 20
2. -

Makassar, 03 Februari 2025

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Hj. Sukmasari Antaria, M.Si

Andi Bunga Tongeng, ST., MT

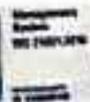
Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Pengairan



Ir. M. Ansalim, ST., MT.

NBM : 947 993





Perencanaan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih di Desa Jonjo Kecamatan Parigi

Ade Fajar Sidiq¹, Sukmasari Antaria², Andi Bunga Tongeng³

¹ Program Studi Teknik Pengairan, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia

² Program Studi Teknik Pengairan, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia

³ Program Studi Teknik Pengairan, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia

*Email : fajar.sidiq1207@gmail.com

Abstract: Parigi Sub-district in Jonjo Village, Gowa Regency, like other areas, faces challenges in the availability of clean water. Local communities often struggle to gain access to safe and quality clean water. Geographical conditions, such as hilly topography and long distances between areas, make it difficult to distribute clean water in this area. Therefore, careful planning for the clean water distribution network system is needed to meet the needs of the community and overcome the problems that arise. This research aims to determine the amount of clean water needed by the community in Jonjo Village, Parigi Subdistrict in the coming year 2040 and to plan the clean water distribution network system in Jonjo Village, Parigi Subdistrict using EPANET 2.0 software. This research utilizes a modeling method using EPANET 2.0 software to design a clean water distribution system. Based on the available data, this model enables effective planning of the needs and infrastructure required by utilizing population data, topographic data, and information on water sources. Data collection was conducted through interview and observation techniques. The research procedure includes identifying the main problems related to clean water distribution, field observations to assess the condition of water sources and existing distribution infrastructure, and planning pipe schemes based on analysis of clean water demand. The results showed that the demand for clean water in Jonjo Village, Parigi Subdistrict in 2040 was estimated to reach an average of 5,780 liters per second, with peak hour demand reaching 9,017 liters per second. Based on the results of the analysis using EPANET 2.0 software, a network scheme is planned that includes 1 reservoir unit, 23,093 meters of pipe network with a variety of pipe diameters (114 mm, 89 mm, and 60 mm), and is equipped with 1 unit of pressure release basin (PRB).

Keywords: Clean Water Availability; Water Distribution; Network Planning

1. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan dasar yang paling vital bagi kehidupan manusia. Ketersediaan air bersih yang cukup dan berkualitas sangat penting untuk memenuhi berbagai kebutuhan sehari-hari, seperti minum, mandi, dan aktivitas lainnya. Namun, ketersediaan air bersih yang terjamin tidak hanya bergantung pada kualitas air itu sendiri, tetapi juga pada keberadaan sistem jaringan distribusi air bersih yang efektif dan efisien.

Sistem jaringan distribusi air bersih yang efektif harus mampu memenuhi kebutuhan masyarakat akan air bersih serta menjamin kualitas air yang dikirimkan kepada konsumen. Selain itu, sistem ini juga penting untuk dapat menangani berbagai permasalahan yang mungkin muncul, seperti kekurangan air, kelebihan pasokan, dan gangguan dalam sistem distribusi.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur tak terhingga kehadirat ALLAH SWT. Yang telah melimpahkan Rahmat-nya sehingga penulis dapat Menyusun skripsi tugas akhir ini dan dapat kami selesaikan dengan baik

Proposal tugas akhir ini penulis susun sebagai salah satu persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka menyelesaikan program studi pada jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir penulis adalah **"Perencanaan Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Di Kecamatan Parigi Desa Jonjo"**.

Penulis menyadari bahwa dalam tugas akhir ini masih terdapat kekurangan didalamnya, Adapun hal ini disebabkan karena penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik dari segi teknik penulisan dan lain sebagainya. Oleh karena itu, penulis menerima dengan ikhlas dengan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna menyempurnakan tulisan ini agar kelak dapat bermamfaat.

Skripsi tugas akhir ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan dan bimbingan dari berbagai pihak yang terlibat dalam pengerjaan tugas akhir ini. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi – tingginya kepada:

1. Bapak Prof. **Dr. H. Abd Rakhim Nanda, S.T., M.T., IPU** sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Ibu **Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T., IPM** sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak **Ir. M. Aguslim, S.T., M.T** sebagai Ketua Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar, dan Ibu **Kasmawati, S.T., M.T** sebagai Sekertaris Program Studi Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

4. Ibu **Dr. Ir. Sukmasari Antaria, M.Si** Selaku Pembimbing I, dan Ibu **Andi Bunga Tongeng, S.T., M.T** Selaku Pembimbing II, yang banyak meluangkan waktu dalam membimbing kami.
5. Bapak dan Ibu Dosen serta staf pegawai di Fakultas Teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Saudara-saudaraku Mahasiswa Fakultas Teknik khususnya satu pembimbing dan Angkatan INTEGRITAS 2020 yang dengan dukungan dan dorongan dalam keadaan apapun.
7. Kedua orang tua yaitu Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan dan kasih sayang, do'a dalam setiap pembelajaran perjalanan hidup serta mengorbanannya terutama dalam bentuk materi untuk menyelesaikan kuliah kami.

Semoga semua pihak di atas mendapatkan pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT. Dan skripsi tugas akhir yang sederhana ini dapat bermamfaat bagi penulis, Rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan negara, Aaminn.

“Billahi Fii Sabil Haq Fastabiqul Khaerat”.

Makassar, 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Manfaat Penelitian.....	2
E. Batasan Masalah	2
F. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Sumber Air	4
B. Air Bersih	5
C. Persyaratan dalam Penyediaan Air Bersih	5
D. Kebutuhan Air Bersih	7
E. Analisis Jumlah Pertumbuhan Penduduk	9
F. Pemilihan Pola Jaringan Perpipaan	10
G. Kriteria Perencanaan Sistem Distribusi Air Bersih	12
H. Analisis Hidrolika Dalam Sistem Distribusi Air Bersih	13
I. Software EPANET 2.0	19
BAB III METODE PENELITIAN	22
A. Lokasi dan Waktu Penelitian	22
B. Alat dan Bahan Penelitian	23
C. Data Penelitian	23
D. Prosedur Penelitian	24

E. Analisis Data	24
F. Bagian Penelitian	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
A. Analisa Pertumbuhan Penduduk	28
B. Analisa Kebutuhan Air Bersih	32
C. Reservoir	37
D. Perencanaan Jaringan dengan Software EPANET 2.0	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	51
A. Kesimpulan	51
B. Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52



DAFTAR TABEL

Table 1. Standar kebutuhan air domestik	7
Tabel 2. Standar Kebutuhan Air Non Domestik Untuk Kota Kategori I, II, III, IV	8
Tabel 3. Standar Kebutuhan Air Non Domestik Untuk Kategori V (Desa)	9
Tabel 4. Koefisien Karakteristik Pipa menurut Hazzen-Willams	15
Tabel 5. Jumlah Penduduk Desa Jonjo Kecamatan Parigi Tahun 2017-2020	28
Tabel 6. Pertumbuhan Penduduk Desa Jonjo Kecamatan Parigi	29
Tabel 7. Perhitungan Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode Geometrik	30
Tabel 8. Perhitungan Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode Aritmatika	32
Tabel 9. Kebutuhan Air Bersih Desa Jonjo Kecamatan Parigi Tahun 2040	35
Tabel 10. Fluktuasi Pemakaian Air Desa Jonjo Kecamatan Parigi	36
Tabel 11. Hasil Simulasi Software EPANET 2.0	44
Tabel 12. Hasil Simulasi Software EPANET 2.0	46
Tabel 13. Hasil Simulasi Software EPANET 2.0 Diameter 114 (4 inch)	48
Tabel 14. Hasil Simulasi Software EPANET 2.0 Diameter 89 (3 inch)	48
Tabel 15. Hasil Simulasi Software EPANET 2.0 Diameter 60 (2 inch).....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Sistem Distribusi Air Bersih Sistem Gravitasi	13
Gambar 2. Sistem Distribusi Air Bersih Sistem Pompa	13
Gambar 3. Komponen fisik dalam sistem jaringan distribusi air	21
Gambar 4. Output sistem EPANET 2.0	21
Gambar 5. Lokasi Penelitian	22
Gambar 6. Tampilan Properties Reservoir	39
Gambar 7. Tampilan Properties Junction	39
Gambar 8. Tampilan Properties Pipa	40
Gambar 9. Skema Jaringan Menggunakan Software EPANET 2.0	41
Gambar 10. Peta Skema Jaringan Menggunakan Software EPANET 2.0	42
Gambar 11. Simulasi Junction	43
Gambar 12. Simulasi Junction	44
Gambar 13. Simulasi Pipa	47

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Air bersih adalah salah satu kebutuhan dasar manusia yang sangat penting bagi kehidupan. Ketersediaan air bersih yang cukup yang berkualitas sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti minum, mandi, dan keperluan lainnya. Namun, ketersediaan air bersih yang baik dan terjamin tidak hanya tergantung pada kualitas air tetapi juga pada sistem jaringan distribusi air bersih yang efektif dan efisien.

Sistem jaringan distribusi air bersih yang baik harus dapat memenuhi kebutuhan air bersih yang diperlukan masyarakat, serta harus dapat menjamin kualitas air bersih yang dikirimkan ke konsumen. Sistem ini harus dapat mengatasi permasalahan-permasalahan yang timbul, seperti kekurangan air, kelebihan air, dan gangguan pada sistem distribusi.

Dalam beberapa tahun, ketersediaan air bersih di Kecamatan Parigi Desa Jonjo Kabupaten Gowa telah mengalami penurunan. Kondisi ini disebabkan oleh beberapa faktor, seperti pertumbuhan penduduk yang cepat sehingga tingginya tingkat konsumsi di daerah tersebut, keterbatasannya sumber air, polusi air, perubahan iklim dan belum adanya jaringan distribusi di daerah tersebut menjadi kendala utama dalam memenuhi kebutuhan dasar masyarakat terhadap kebutuhan air bersih.

Kecamatan Parigi Desa Jonjo Kabupaten Gowa, seperti wilayah lainnya, mengalami masalah dalam ketersediaan air bersih. Masyarakat di wilayah ini sering menghadapi kesulitan untuk mendapatkan akses air bersih yang aman dan berkualitas. Kondisi geografi wilayah, seperti topografi yang berbukit dan jarak antar daerah yang jauh, membuat distribusi air bersih menjadi sulit. Oleh karena itu, perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat dan mengatasi permasalahan-permasalahan yang timbul.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang permasalahan di atas maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa kebutuhan air bersih yang dibutuhkan masyarakat Desa Jonjo Kecamatan Parigi untuk tahun 2040?
2. Bagaimana perencanaan jaringan sistem distribusi air bersih di Desa Jonjo Kecamatan Parigi menggunakan *software* EPANET 2.0?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang sudah diterangkan diatas, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui jumlah kebutuhan air bersih yang di butuhkan masyarakat di Desa Jonjo Kecamatan Parigi pada tahun 2040 yang akan datang.
2. Untuk merencanakan sistem jaringan distribusi air bersih di Desa Jonjo Kecamatan Parigi menggunakan *software* EPANET 2.0.

D. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan dari penelitian ini, maka penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat meningkatkan ketersediaan air bersih dengan memastikan bahwa sistem distribusi air bersih yang direncanakan memenuhi standar kriteria kualitas air yang ada.
2. Meningkatkan produktivitas masyarakat dengan menyediakan akses air bersih yang muda dijangaku.

E. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya akan mencakup area di Desa Jonjo Kecamatan Parigi
2. Penelitian ini akan menganalisa kebutuhan air bersih di Desa Jonjo Kecamatan Parigi sampai 20 tahun ke depan.
3. Rancangan sistem jaringan distribusi air bersih ini dilakukan menggunakan *software* EPANET 2.0.

F. Sistematika Penulisan

Tulisan ini disusun secara harmonis dan teratur, dengan komposisi bab-bab yang mencakup poin-poin utama. Susunan ini memberikan pemahaman mengenai apa dan bagaimana, sehingga sistematika penulisan dijelaskan sebagai berikut:

Bab I, menguraikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab II, Menguraikan tentang teori umum dan teori khusus yang digunakan dalam melakukan penelitian melibatkan penjelasan mengenai dua jenis teori yang berperan dalam proses penelitian.

Bab III, menjelaskan secara rinci mengenai metode penelitian yang digunakan dalam skripsi. Ini mencakup jenis penelitian, pendekatan penelitian, populasi dan sampel, teknik pengumpulan data, teknik analisis data, serta langkah-langkah yang diambil dalam proses penelitian.

Bab IV, Merupakan bab yang menguraikan tentang tahap penelitian yang dilaksanakan yaitu, hasil percobaan model fisik, analisis hasil dan pembahasan.

Bab V, merupakan bab di mana penulis melakukan pembahasan terhadap hasil penelitian yang telah disajikan pada bab sebelumnya. Pembahasan ini mencakup analisis mendalam terhadap temuan-temuan, perbandingan dengan teori-teori yang relevan, interpretasi terhadap hasil-hasil tersebut, serta implikasi praktis dan teoritis dari penelitian tersebut.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Sumber air

Sumber air yang digunakan untuk penyediaan air bersih atau konsumsi dan harus memenuhi standar kualitas tertentu sebagai bahan dasar air bersih. Sumber air baku bisa berasal dari berbagai tempat, seperti air hujan, air tanah, mata air, dan air permukaan. Sebelum memutuskan sumber air bersih yang akan digunakan, perlu mempertimbangkan aspek kualitas, kuantitas, dan kontinuitas sumber tersebut. Ini penting karena setiap sumber air memiliki karakteristik yang berbeda, sehingga memerlukan perencanaan yang matang. Secara umum sumber air sebagai berikut:

1. Air permukaan

Air permukaan adalah air yang berada di atas permukaan bumi dan tidak meresap ke dalam tanah. Air ini mencakup air sungai, air rawa, air danau, dan air waduk. Sungai sering menjadi sumber air yang paling mudah diakses karena lokasinya yang dekat dengan pemukiman. Namun, debit air sungai sering berfluktuasi karena dipengaruhi oleh curah hujan. Kualitas air sungai umumnya kurang memenuhi standar untuk air bersih, sehingga memerlukan proses pengolahan lebih lanjut. Sementara itu, air rawa, danau, dan waduk merupakan kumpulan air dengan volume yang besar yang terdapat di cekungan alami atau buatan di permukaan tanah.

2. Air tanah

Air tanah adalah air yang terdapat di dalam lapisan tanah yang disebut akuifer, yang mampu menyimpan air dalam jumlah besar. Di beberapa wilayah, air tanah sering digunakan sebagai sumber air baku karena jumlahnya yang melimpah. Ketersediaan dan keberlanjutan air tanah sangat dipengaruhi oleh luasnya area resapan. Jika ruang resapan berkurang, kuantitas dan kontinuitas air tanah juga akan berkurang. Air tanah terdiri dari air tanah dangkal dan mata air.

a) Air tanah dangkal

Air tanah terbentuk melalui proses peresapan air dari permukaan tanah. Meskipun tampak jernih, air tanah biasanya mengandung zat kimia berupa garam-garam terlarut karena telah melewati berbagai lapisan tanah yang mengandung unsur-unsur kimia tertentu. Meski lapisan tanah berfungsi sebagai penyaring, kontaminasi tetap dapat terjadi, terutama pada lapisan air tanah yang dekat dengan permukaan. Air tanah dangkal biasanya memiliki kedalaman kurang dari 50 meter.

b) Mata air

Mata air adalah sumber air alami yang muncul ke permukaan tanah dari dalam lapisan tanah atau batuan. Air ini berasal dari air tanah yang mengalir melalui celah-celah atau pori-pori di batuan, dan muncul ke permukaan karena tekanan alami atau perbedaan elevasi. Mata air sering menjadi sumber air baku untuk kebutuhan manusia, karena air yang keluar biasanya bersih dan jernih, meskipun kualitasnya dapat bervariasi tergantung pada sumbernya dan lingkungan sekitarnya.

B. Air Bersih

Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan dapat menjadi air minum setelah melalui proses pemasakan. Air bersih harus memenuhi kriteria tertentu yang ditetapkan untuk sistem penyediaan air minum. Kriteria ini mencakup kualitas air dari segi fisik, kimia, biologi, dan radiologis, sehingga air tersebut aman dikonsumsi tanpa menyebabkan efek samping.

C. Persyaratan dalam Penyediaan Air Bersih

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 mengatur tentang Standar Baku Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan air menetapkan beberapa persyaratan penting untuk memastikan kualitas air yang aman dan sehat. Berikut adalah tentang penjelasan persyaratan tersebut:

A. Parameter Fisik

- Kekeruhan: Maksimum 25 NTU (Nephelometric Turbidity Unit). Air boleh keruh agar tidak menghalangi pandangan dan meminimalkan potensi kontaminasi fisik.
- Warna: Maksimum 15 TCU (True Color Unit). Air tidak boleh berwarna, yang mengindikasikan adanya kontaminasi organik atau anorganik.
- Bau: Air harus tidak berbau.
- Rasa: Air harus tidak berasa.
- Suhu: Maksimum 3°C di atas suhu udara rata-rata di lingkungan sekitarnya.

B. Parameter Kimia

- Besi (Fe): Maksimum 1,0 mg/L. Kadar besi yang tinggi dapat menyebabkan masalah Kesehatan dan mempengaruhi rasa serta penampilan air.
- Mangan (Mn): Maksimum 0,5 mg/L. Konsentrasi mangan yang tinggi juga dapat mempengaruhi kualitas air.
- Nitrat (NO_3^-): Maksimum 10 mg/L. Nitrat dalam kadar tinggi berpotensi berbahaya, terutama bagi bayi dan anak-anak.
- Nitrit (NO_2^-): Maksimal 1,0 mg/L.
- Amonia (NH_3): Maksimum 1,5 mg/L.
- Klorida (Cl^-): Maksimum 250 mg/L. Klorida yang tinggi dapat menyebabkan rasa asin pada air.
- Sulfat (SO_4): Maksimum 400 mg/L.

C. Parameter Mikrobiologi

- E. coli: Tidak boleh ada per 100 ml sampel. Keberadaan E.coli menunjukkan adanya kontaminasi feces dan potensi patogen berbahaya.
- Coliform total: Maksimum 50 per 100 ml sampel. Coliform adalah indikator umum kualitas mikrobiologi air.

D. Parameter Radioaktif

- Konsentrasi alfa total: Maksimum 0,1 Bq/L.
- Konsentrasi beta total: Maksimum 1,0 Bq/L.

D. Kebutuhan Air Bersih

Menurut Ermawati (2018), kebutuhan air bersih adalah jumlah air yang dibutuhkan masyarakat untuk mendukung berbagai aktivitas sehari-hari. Kebutuhan air bersih ini mencakup kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non domestik.

1. Kebutuhan air domestik

Kebutuhan air domestik adalah kebutuhan air bersih untuk keperluan bagi para penduduk untuk kepentingan kehidupan sehari-hari. Dalam jumlah kebutuhan air dapat didasarkan banyaknya penduduk dalam memanfaatkan air secara berlebih. Jumlah kebutuhan air setiap orang per harinya berdasarkan standar dari Direktorat Jenderal Cipta Karya adalah sebagai berikut:

- a) Kebutuhan untuk penduduk kota besar sebesar 120 liter/kapita/hari.
- b) Kebutuhan untuk penduduk kota kecil sebesar 80 liter/kapita/hari.
- c) Kebutuhan untuk penduduk pedesaan sebesar 60 liter/kapita/hari.

Tabel 1. Standar kebutuhan air domestik

Kategori Kota	Jumlah Penduduk	Sumbungan Rumah (liter/orang/hari)	Sumbungan Umum (liter/orang/hari)	Kehilangan Energi
Metropolitan	>1.000.000	190	30	20%
Kota Besar	1.000.000-500.000	170	30	20%
Kota Sedang	500.000-100.000	150	30	20%
Kota Kecil	100.000-20.000	130	30	20%
Desa	20.000-10.000	100	30	20%

Sumber: Direktorat Jenderal Cipta Karya, DPU

Tabel 1. Standar kebutuhan air domestik (Lanjutan)

Kategori Kota	Jumlah Penduduk	Sumbungan Rumah (liter/orang/hari)	Sumbungan Umum (liter/orang/hari)	Kehilangan Energi
Desa Kecil	<10.000	60	30	20%

Sumber: Direktorat Jenderal Cipta Karya, DPU

2. Kebutuhan air non domestik

Kebutuhan air non domestik adalah Kebutuhan air bersih untuk mencakup berbagai sarana dan prasarana yang melayani kepentingan sosial dan umum, seperti fasilitas pendidikan atau sekolah, tempat ibadah, serta keperluan komersial seperti perkantoran, restoran, hotel, pertokoan, pasar, dan lainnya. Selain itu, air bersih juga diperlukan untuk kebutuhan industri, pariwisata, pelabuhan, dan transportasi.

Tabel 2. Standar Kebutuhan Air Non Domestik Untuk Kota Kategori I, II, III, IV

Sektor	Nilai Kebutuhan	Satuan
Sekolah	10	liter/murid/hari
Rumah sakit	200	liter/bed/hari
Puskesmas	2000	liter/uni/hari
Masjid	3000	liter/uni/hari
Kantor	10	liter/pegawai/hari
Pasar	12000	liter/hektar/hari
Hotel	150	liter/bed/hari
Rumah makan	100	liter/tempat duduk/hari
Komplek militer	60	liter/orang/hari
Kawasan industry	0,2-0,8	liter/detik/hektar
Kawasan Parawisata	0,1-0,3	Liter/detik/hektar

Sumber: Ditjen Cipta Karya DPU

Tabel 3. Standar Kebutuhan Air Non Domestik Untuk Kategori V (Desa)

Sektor	Nilai kebutuhan	Satuan
Sekolah	5	liter/murid/hari
Rumah Sakit	200	liter/bed/hari
Puskesmas	1200	liter/unit/hari
Masjid	3000	liter/unit/hari
Mushola	2000	liter/unit/hari
Pasar	12000	liter/hektar/hari
Komersial/industry	10	liter/hari

Sumber: Ditjen Cipta Karya DPU

E. Analisa Jumlah Pertumbuhan Penduduk

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk bertujuan untuk memprediksi kebutuhan air di masa mendatang. Dalam konteks ini, jumlah penduduk diperlakukan sebagai kumpulan individu yang dihitung berdasarkan berbagai statistik tertentu. Biasanya, perhitungan ini didasarkan pada faktor-faktor penting dalam demografi seperti kelahiran, kematian, dan migrasi. Faktor-faktor tersebut dapat menyebabkan pertumbuhan, penurunan, atau stabilnya jumlah penduduk. Analisis proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk dihitung berdasarkan pola atau tren perkembangan penduduk di masa sebelumnya. Metode analisis yang umum digunakan adalah sebagai berikut:

1. Metode Geometrik

Proyeksi dengan metode ini menganggap bahwa pertumbuhan penduduk meningkat secara berkala. Metode ini mempertimbangkan bahwa pada suatu titik, pertumbuhan akan melambat dan kemudian stabil, disebabkan oleh kepadatan penduduk yang mendekati batas maksimum.

Rumus yang digunakan adalah

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

$$r = \left(\frac{P_0}{P_t}\right)^{1/n} - 1 \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

P_n = Jumlah penduduk n tahun yang akan datang

- P_o = Jumlah penduduk pada akhir tahun data
 P_t = Jumlah penduduk pada awal tahun data
 r = Rata - rata presentase tambahan penduduk tiap tahun
 n = Jangka waktu tahun proyeksi

2. Metode Aritmatika

Metode ini cocok untuk wilayah dengan pertumbuhan penduduk yang terus meningkat secara konsisten dalam jangka waktu singkat. Rumus yang digunakan adalah

$$P_n = P_o + \left(\frac{P_o - P_t}{t} \right) \cdot n \dots \dots \dots (3)$$

Dimana:

- P_n = Jumlah penduduk n tahun yang akan datang
 P_o = Jumlah penduduk pada akhir tahun data
 r = Rata - rata presentase tambahan penduduk tiap tahun
 n = Jangka waktu tahun proyeksi

F. Pemilihan Pola Jaringan Perpipaan

Pola jaringan sistem perpipaan distribusi air bersih umumnya dapat diklasifikasikan menjadi:

1. Sistem jaringan melingkar (Grid System/Loop).
2. Sistem jaringan cabang (Branch System).
3. Sistem kombinasi dari kedua sistem tersebut.

Bentuk sistem jaringan perpipaan bergantung pada pola jalan yang ada dan jalan rencana, topografi, pola perkembangan daerah pelayanan, serta lokasi instalasi pengolahan. Berikut ini sistem jaringan pipa distribusi tersebut:

1. Sistem Jaringan Perpipaan Melingkar

Sistem jaringan perpipaan melingkar terdiri dari pipa induk dan pipa cabang yang saling terhubung dan membentuk lingkaran, sehingga

memungkinkan sirkulasi air ke seluruh jaringan distribusi. Pipa cabang disambungkan ke pipa induk melalui penyambungan (tapping) dan kemudian air didistribusikan ke konsumen melalui pipa cabang tersebut.

Dari segi ekonomi, sistem ini kurang menguntungkan karena membutuhkan pipa yang lebih panjang, berbagai katup, dan diameter pipa yang beragam. Namun, dari segi hidrolis (pengaliran), sistem ini lebih baik karena jika terjadi kerusakan pada sebagian blok, aliran tidak terganggu selama perbaikan, karena masih bisa dialirkan dari loop lainnya.

Sistem jaringan perpipaan melingkar diterapkan untuk daerah dengan karakteristik berikut:

- a. Bentuk dan perkembangan wilayahnya menyebar ke segala arah.
- b. Pola jaringan jalannya saling terhubung satu sama lain.
- c. Elevasi tanahnya cenderung datar.

2. Sistem Jaringan Bercabang

Jaringan bercabang terdiri dari pipa induk utama (main feeder) yang terhubung dengan pipa sekunder, kemudian disambungkan lagi dengan pipa cabang lainnya, hingga akhirnya sampai pada pipa yang menuju ke konsumen.

Dari segi ekonomi, sistem ini menguntungkan karena panjang pipa lebih pendek dan diameter pipa lebih kecil. Namun, dari segi teknis pengoperasian, sistem ini memiliki keterbatasan, di antaranya:

- a. Timbulnya rasa dan bau akibat adanya "air mati" di ujung-ujung pipa cabang. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan pengurasan secara berkala yang mengakibatkan kehilangan air dalam jumlah cukup banyak.
- b. Jika terjadi kerusakan, blok daerah pelayanan tertentu tidak akan mendapatkan suplai air karena tidak ada sirkulasi air.
- c. Jika terjadi kebakaran, suplai air pada hidran kebakaran lebih sedikit karena alirannya hanya satu arah. Sistem jaringan perpipaan bercabang digunakan untuk daerah pelayanan

Sistem jaringan perpipaan bercabang digunakan untuk daerah pelayanan dengan karakteristik berikut:

- a. Bentuk dan arah perluasannya memanjang dan terpisah.
- b. Pola jalur jalannya tidak saling terhubung satu sama lain.
- c. Luas daerah pelayanannya relatif kecil.
- d. Elevasi permukaan tanah memiliki perbedaan ketinggian dan menurun secara teratur.

3. Sistem Jaringan Perpipaan Kombinasi

Sistem jaringan perpipaan kombinasi adalah gabungan dari sistem melingkar dan bercabang. Sistem ini diterapkan untuk daerah pelayanan dengan karakteristik berikut:

- a. Kota yang sedang mengalami perkembangan.
- b. Perluasan kota yang tidak teratur menyebabkan jaringan jalannya tidak saling terhubung pada beberapa bagian.
- c. Ada daerah layanan yang terisolasi dan elevasi tanah yang beragam

G. Kriteria Perencanaan Sistem Distribusi Air bersih

Kriteria perencanaan teknis jaringan distribusi air bersih digunakan sebagai pedoman dalam merancang jaringan distribusi air bersih agar memenuhi persyaratan teknis, hidrolis, dan ekonomis. Sistem distribusi air bersih bertujuan untuk menyalurkan air bersih ke seluruh area pelayanan secara merata dan terus menerus sesuai kebutuhan konsumen. Untuk memastikan kelancaran sistem distribusi ini, perlu memperhatikan faktor-faktor berikut:

1. Tersedianya tekanan yang memadai dalam jaringan pipa distribusi, sehingga air tetap dapat mengalir ke konsumen dengan tekanan sisa yang cukup.
2. Kuantitas air yang cukup untuk memenuhi kebutuhan penduduk/konsumen dan dapat melayani selama 24 jam.
3. Kualitas air bersih terjaga mulai dari pipa distribusi hingga sampai ke konsumen.

Sistem distribusi air bersih adalah jaringan perpipaan yang mengalirkan air bersih dari sumber atau instalasi ke wilayah pelayanan. Secara sederhana, sistem distribusi air bersih dapat digambarkan dalam ilustrasi berikut:



Gambar 1. Sistem Distribusi Air Bersih Sistem Gravitasi



Gambar 2. Sistem Distribusi Air Bersih Sistem Pompa

H. Analisis Hidrolika Dalam Sistem Distribusi Air Bersih

Menurut Bambang Triatmojo (1995), aliran dalam pipa adalah aliran tertutup di mana air bersentuhan dengan seluruh penampang saluran.

1. Hukum Bernoulli

Aliran dalam pipa memiliki tiga jenis energi yang beroperasi di dalamnya, yaitu:

- a. Energi ketinggian
- b. Energi tekanan
- c. Energi kecepatan

Prinsip Bernoulli menyatakan bahwa energi total pada sebuah penampang pipa adalah gabungan dari energi kinetik, energi tekanan, dan energi potensial, yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$E_{\text{tot}} = \text{energi ketinggian} + \text{energi kecepatan} + \text{energi tekanan} \quad (4)$$

$$E_{\text{tot}} = Z + \frac{P}{\gamma w} + \frac{v^2}{2g} \quad \dots\dots\dots (5)$$

Dimana:

$$\frac{P}{\gamma_w} = \text{Tekanan tekan}$$

$$\frac{v^2}{2g} = \text{Tinggi energi}$$

Z = Elevasi

2. Kehilangan Tekanan (Head Loss)

Secara umum, dalam instalasi jaringan pipa terdapat dua jenis kehilangan energi yang dikenal, yaitu:

a. Kehilangan Tinggi Tekan Mayor (*Major Losses*)

Ada beberapa teori dan rumus untuk menghitung besar kehilangan tekanan mayor ini, namun yang umum digunakan adalah persamaan Hazen Williams, seperti berikut:

$$Q = 0.2785 \times D_{hw} \times D^{2.63} \times S^{0.54} \dots\dots\dots(6)$$

Persamaan kehilangan tekanan tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$H_f = \left(\frac{Q}{0.2785 \times C_{hw} \times D^{2.63}} \right)^{1.85} \times L \dots\dots\dots(7)$$

Dimana:

H_f = Kehilangan Tekanan akibat gesekan

Q = Debit aliran (M³/detik)

L = Panjang pipa

C_{hw} = Koefisien kekasaran Hazzen Williams

D = Diameter pipa

Selain rumus kehilangan tekanan atau energi dari Hazen Williams, terdapat juga rumus kehilangan tekanan dari Darcy-Weisbach. Persamaannya dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$H_f = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots(8)$$

Dimana:

f = Faktor gesekan (Darcy friction factor) dapat diperoleh dari diagram Moody atau dengan menggunakan persamaan empiris.

L = Panjang Pipa (m)

D = Diameter Pipa (m)

v = Kecepatan Aliaran (m/dtk)

g = Percepatan Gravitasi (m/s²)

Tabel 4. Koefisien Karakteristik Pipa menurut Hazzen-Williams

No	Bahan Pipa	Nilai Koefisien Hazen-Williams (Chw)
1	Asbestos Cement	140
2	Brass	130-140
3	Brick Sewer	100
	Cast Iron	
4	New Unlined	130
	10 years old	107-113
	20 years old	98-100
	30 years old	75-90
	40 years old	64-83
	Concret or Concrete lined	
5	steel forms	140
	wooden forms	120
	Sentifugally spun	135
6	Copper	130-140
7	Galvanized Iron	120
8	Glass	140
9	Lead	130-140
10	Plastic	140-150
11	PVC	130-150
	steel forms	
12	Coal tarenamel lined	145-150
	New Unlined	140-150
	Riveted	110
13	Tin	130
14	Vitrified clay	110-140
15	wood stave	120

Sumber: Priyantoro, 1991

b. Kehilangan Tinggi Tekan Minor (*Minor Losses*)

Terdapat berbagai kehilangan tekanan minor, seperti yang berikut:

- 1) Kehilangan tinggi minor karena perluasan pipa.
- 2) Kehilangan tinggi minor karena penyempitan secara tiba-tiba pada pipa.
- 3) Kehilangan tinggi tekan minor karena mulut pipa.
- 4) Kehilangan tinggi minor karena belokan pada pipa.

5) Kehilangan tinggi tekan minor akibat sambungan dan katup pipa.

umum, rumus untuk kehilangan tekanan akibat kehilangan minor adalah:

$$H_1 = K \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots(9)$$

Dimana:

H_1 = Kehilangan Energi Minor (m)

K = Koefisien Karakteristik Pipa

V = Kecepatan (m/detik)

g = Nilai Faktor Gravitasi = 9,81 m/detik

c. Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran dalam pipa yang diizinkan adalah 0,3 – 2,5 m/detik pada debit jam puncak. Kecepatan yang terlalu rendah menyebabkan endapan dalam pipa tidak terdorong, serta menyebabkan pemborosan biaya karena diperlukan pipa berdiameter besar. Sebaliknya, kecepatan yang terlalu tinggi mengakibatkan pipa cepat aus dan meningkatkan headloss, yang menyebabkan biaya pembuatan reservoir meningkat. Untuk menentukan kecepatan aliran dalam pipa, digunakan rumus berikut:

$$Q = A \cdot v \dots\dots\dots(10)$$

$$Q = \frac{1}{4} \pi D^2 \cdot v \dots\dots\dots(11)$$

$$V = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} \dots\dots\dots(12)$$

Dimana:

Q = Debit Aliran (m³/detik)

V = Kecepatan Aliran (m/detik)

D = Diameter Pipa (m)

d. Fluktuasi Kebutuhan Air Bersih

Secara umum, masyarakat Indonesia menggunakan air lebih banyak pada pagi dan sore hari dibandingkan waktu lainnya. Dari keseluruhan aktivitas dan konsumsi harian ini, dapat dihitung rata-rata pemakaian air. Dengan memasukkan faktor kehilangan air ke dalam

kebutuhan dasar, hal ini dikenal sebagai fluktuasi kebutuhan air. Dalam distribusi air bersih, tolak ukur yang digunakan dalam perencanaan dan evaluasi adalah kebutuhan air harian maksimum dan kebutuhan air jam maksimum, berdasarkan kebutuhan air rata-rata.

Secara umum, kebutuhan air dibagi menjadi tiga kelompok:

1) Kebutuhan rata-rata

Pemakaian air rata-rata dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Q_h = \frac{Q_d}{T} \dots\dots\dots(13)$$

Dimana:

Q_h = Pemakaian air rata-rata (m³/jam)

Q_d = Pemakaian air rata-rata sehari (m³)

T = Jangka waktu pemakaian (jam)

2) Kebutuhan harian maksimum

Kebutuhan air harian dihitung dengan menggunakan rumus

$$\text{Kebutuhan air perhari} = \text{jumlah penduduk} \times \text{kebutuhan rata-rata perhari} \dots\dots\dots(14)$$

3) Kebutuhan air pada jam puncak

Kebutuhan harian maksimum dan jam puncak sangat penting dalam menghitung besarnya kebutuhan air bersih, karena ini berkaitan dengan kebutuhan pada hari-hari tertentu dan jam puncak pelayanan. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan suatu nilai koefisien untuk keperluan tersebut. Kebutuhan air harian maksimum dan jam puncak dihitung berdasarkan kebutuhan dasar dan nilai kebocoran dengan pendekatan sebagai berikut:

$$Q_h \text{ max} = C_1 \cdot Q_h \dots\dots\dots(15)$$

Dimana:

C_1 = Konstanta (1,5 - 2,0)

I. Software EPANET 2.0

Menurut Louis A. Rossman (2000), EPANET adalah sebuah aplikasi komputer yang berjalan di Windows dan dikembangkan oleh U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Aplikasi ini digunakan untuk menganalisis hidrolis dan perilaku kualitas air dalam jaringan pipa bertekanan. EPANET 2.0 memungkinkan simulasi hidrolis serta kualitas air dalam jaringan pipa, termasuk komponen seperti pipa, sambungan pipa, pompa, katup, tangki penyimpanan, dan waduk. EPANET melacak aliran air di setiap pipa, tekanan di setiap node, ketinggian air di setiap tangki, dan konsentrasi bahan kimia di seluruh jaringan selama periode simulasi yang terdiri dari beberapa langkah waktu. Selain bahan kimia, usia air dan penelusuran sumber air juga dapat disimulasikan.

EPANET dirancang sebagai alat penelitian untuk meningkatkan pemahaman kita tentang pergerakan dan nasib konstituen air minum dalam sistem distribusi. Aplikasi ini dapat digunakan untuk berbagai macam analisis sistem distribusi, seperti desain program pengambilan sampel, kalibrasi model hidrolis, analisis residu klorin, dan penilaian paparan konsumen. EPANET dapat membantu menilai strategi manajemen alternatif untuk meningkatkan kualitas air di seluruh sistem, termasuk:

1. Mengubah penggunaan sumber dalam sistem dengan banyak sumber.
2. Mengubah jadwal pengisian/pengosongan pompa dan tangki
3. Penggunaan pengolahan satelit, seperti re-klorinasi di tangki penyimpanan.
4. Pembersihan dan penggantian pipa yang ditargetkan.

Berjalan di bawah Windows, EPANET menyediakan lingkungan terintegrasi untuk mengedit data input jaringan, menjalankan simulasi hidrolis dan kualitas air, serta menampilkan hasilnya dalam berbagai format. Ini termasuk peta jaringan berwarna, tabel data, grafik deret waktu, dan plot kontur.

Adapun data yang dibutuhkan sebagai berikut:

1. Peta
2. *Node*/junction/titik dari komponen distribusi
3. Elevasi

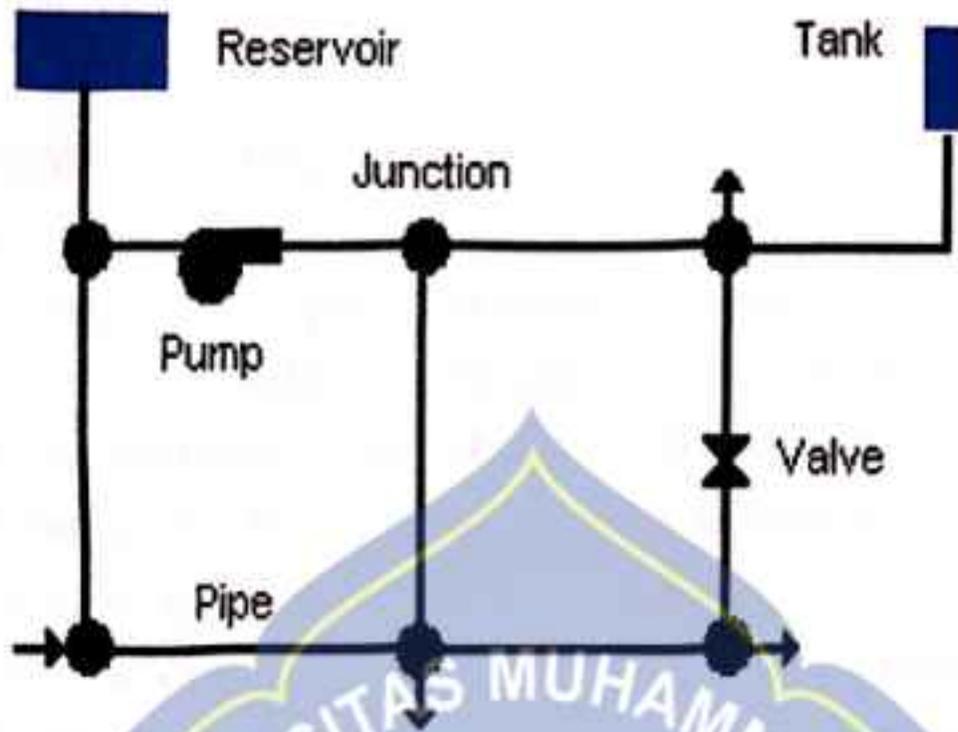
4. Panjang pipa distribusi
5. Diameter dalam pipa
6. Jenis pipa yang digunakan
7. Jenis sumber
8. Spesifikasi pompa (bila menggunakan pompa)
9. Beban masing-masing node
10. Faktor fluktuasi pemakaian air

Adapun output data yang dihasilkan sebagai berikut:

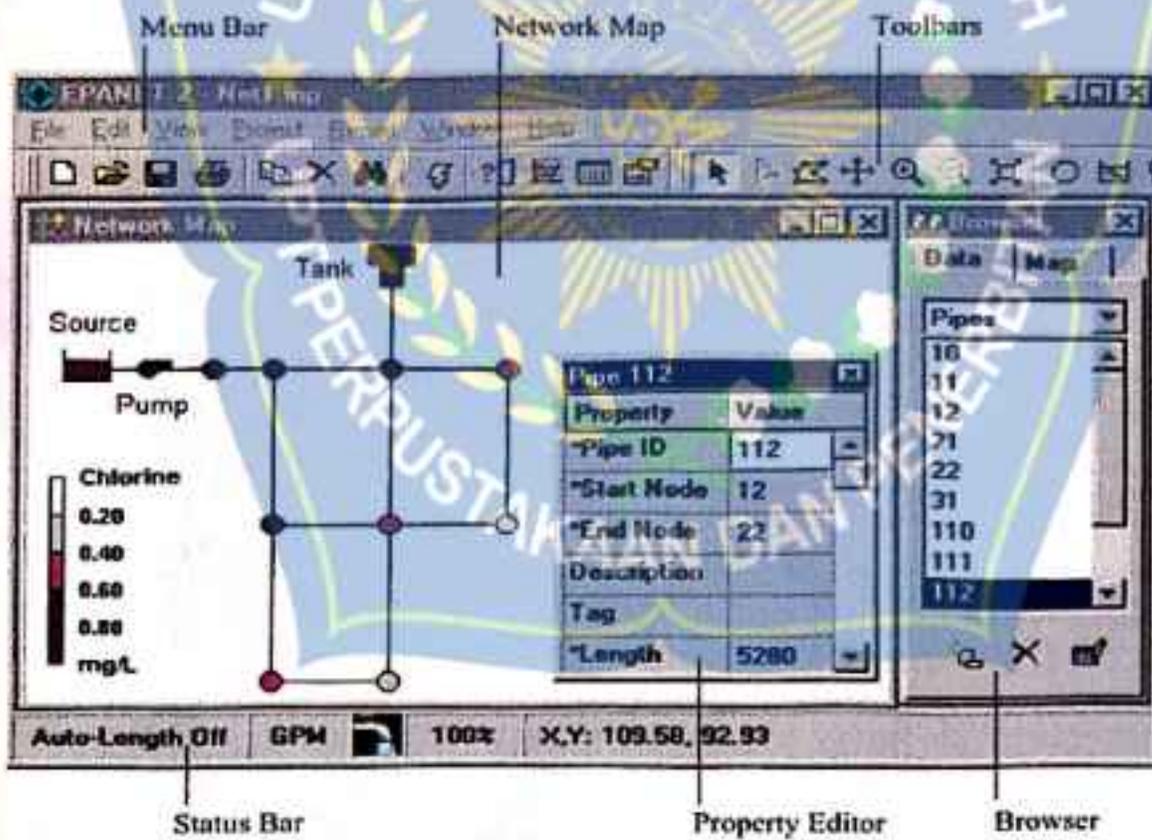
1. Peta eksiting jaringan distribusi air
2. Hidrolik head masing-masing titik
3. Tekanan dan kualitas air

Adapun ilustrasi node dan garis dapat dihubungkan untuk membentuk sebuah jaringan, dan output data yang dapat dihasilkan dari proses simulasi menggunakan perangkat lunak EPANET 2.0 dapat digambarkan sebagai berikut.





Gambar 3. Komponen fisik dalam sistem jaringan distribusi air



Gambar 4. Output sistem EPANET 2.0

2. Waktu

Waktu ini dilakukan selama kurang lebih 3 (tiga) bulan. Dimana pada bulan pertama melakukan pengurusan administrasi, pada bulan kedua adalah melakukan studi literatur, pengumpulan data dan analisis data dan pada bulan ketiga adalah proses penyelesaian penelitian.

B. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah:

- a. Google Earth
- b. EPANET 2.0
- c. Perlengkapan Alat Tulis
- d. Data penduduk, serta data penunjang yang diperoleh dari instansi-instansi terkait.

C. Data Penelitian

Adapun data yang digunakan seperti dibawah ini:

1. Data penduduk

Data penduduk adalah kumpulan informasi tentang individu yang tinggal di suatu wilayah atau negara. Data ini mencakup berbagai aspek demografis, seperti jumlah penduduk, distribusi usia, jenis kelamin, status perkawinan, tingkat pendidikan, pekerjaan, dan status ekonomi. Data penduduk sangat penting dalam perencanaan dan pengambilan keputusan pemerintah, perusahaan, dan organisasi lainnya, karena membantu dalam memahami kebutuhan dan karakteristik populasi.

2. Data topografi

Data topografi adalah informasi yang menggambarkan bentuk, fitur, dan elevasi permukaan bumi atau suatu area tertentu. Data ini digunakan untuk memahami dan memetakan fitur-fitur fisik dari suatu wilayah, seperti pegunungan, lembah, sungai, dataran, dan fitur lainnya.

3. Data sumber air

Data sumber air mengacu pada informasi yang terkait dengan berbagai jenis sumber air yang tersedia di suatu area. Sumber air ini penting untuk memenuhi kebutuhan manusia.

D. Prosedur Penelitian

1. Tahap pertama yang harus dilakukan adalah mempersiapkan yang dibutuhkan untuk melakukan pengamatan dan penelitian ini agar dapat dikerjakan dengan secara efektif dan efisien. Kegiatan yang dilakukan adalah menentukan survei lokasi, menentukan tempat dan waktu penelitian, dan kebutuhan data.
2. Setelah tahap pertama sudah dilakukan, maka selanjutnya melakukan pengumpulan data yang dibutuhkan. Data yang akan digunakan pada penelitian ini dibagi menjadi 2 jenis yaitu data primer dan data sekunder. Prosedur penelitian yang akan digunakan terbagi menjadi 5 tahapan utama, yaitu:
 - a. Melakukan indentifikasi masalah utama terkait dengan distribusi air bersih.
 - b. Melakukan observasi lapangan untuk mengamati kondisi sumber air dan infrastruktur distribusi air yang ada.
 - c. Menghitung data yang telah dikumpulkan di wilayah tersebut.
 - d. Menentukan lokasi tangki penyimpanan .
 - e. Merencanakan skema pipa berdasarkan Analisa kebutuhan air bersih.

Dari beberapa tahapan diatas dikerjakan secara beruruta lalu diambil kesimpulan mengenai perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih.

E. Analisa Data

1. Analisa Jumlah Pertumbuhan penduduk

Metode analisis yang umum digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Metode Geometrik

$$P_n = P_o (1 + r)^n \dots\dots\dots(1)$$

$$r = \left(\frac{P_o}{P_t}\right)^{1/n} - 1 \dots\dots\dots(2)$$

- b. Metode Aritmatik

$$P_n = P_o + \left(\frac{P_o - P_t}{t}\right) .n \dots\dots\dots(3)$$

2. Analisa Kebutuhan Air Bersih

Analisis data dilakukan setelah semua data yang diperlukan terkumpul. Fokus analisis ini adalah pada data terkait sumber air, sarana dan prasarana penyediaan air bersih, serta kebutuhan air untuk penduduk Desa

Jonjo. Dari hasil analisis data ini, akan dapat disimpulkan berbagai metode yang akan diterapkan dalam perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih.

3. Analisis Hidrolika Dalam Sistem Distribusi Air Bersih

a. Hukum Bernoulli

Etot = energi ketinggian + energi kecepatan + energi tekanan.....(4)

$$E_{tot} = Z + \frac{P}{\gamma_w} + \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots(5)$$

b. Kehilangan Tekanan (Head Loss)

1) Kehilangan Tinggi Mayor (*major losses*)

$$Q = 0.2785 \times C_{hw} \times D^{2.63} \times S^{0.54} \dots\dots\dots(7)$$

$$H_f = \left(\frac{Q}{0.2785 \times C_{hw} \times D^{2.63}} \right)^{1.85} \times L \dots\dots\dots(8)$$

2) Kehilangan Tinggi Tekan Minor (*Minor Losses*)

$$H_1 = K \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots(9)$$

3) Kecepatan Aliran

$$Q = A \cdot v \dots\dots\dots(10)$$

$$Q = \frac{1}{4} \pi D^2 \cdot v \dots\dots\dots(11)$$

$$v = \frac{4Q}{\pi D^2} \dots\dots\dots(12)$$

4) Fluktuasi Kebutuhan Air Bersih

1. Kebutuhan rata-rata

$$Q_h = \frac{Q_d}{T} \dots\dots\dots(13)$$

2. Kebutuhan harian maksimum

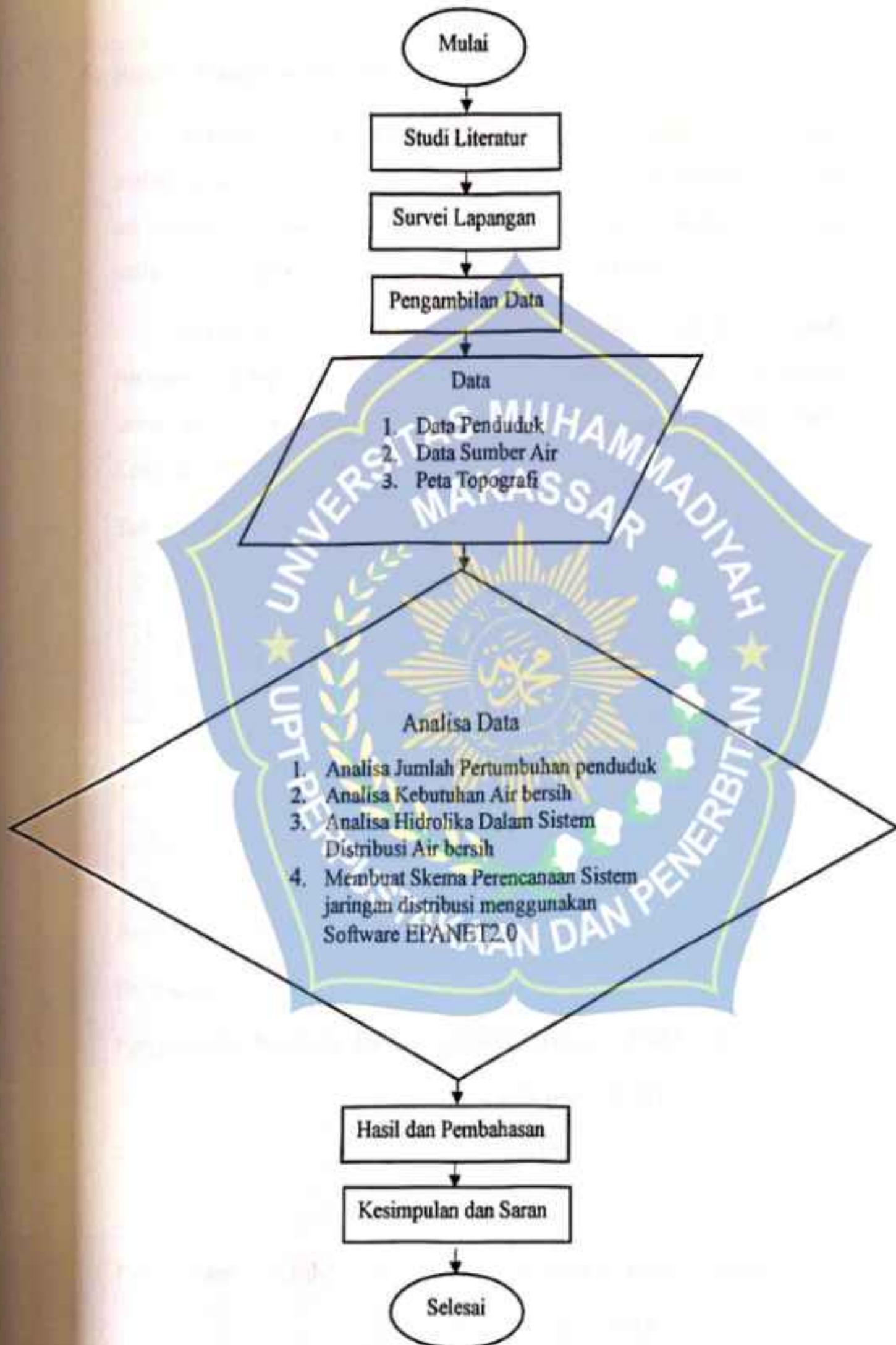
$$\text{Kebutuhan air perhari} = \text{jumlah.penduduk} \times \text{kebutuhan rata-rata perhari} \dots\dots\dots(14)$$

3. Kebutuhan harian puncak

$$Q_h \text{ max} = C_1 \cdot Q_h \dots\dots\dots(15)$$

4. Pengimputan data menggunakan aplikasi EPANET 2.0

5. Membuat skema perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih menggunakan aplikasi EPANET 2.0

F. Bagian Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Pertumbuhan Penduduk

Perhitungan pertumbuhan penduduk dilakukan dengan 2 metode, yaitu metode geometrik dan metode aritmatika. Perhitungan pertumbuhan penduduk ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan air yang direncanakan mampu melayani kebutuhan air bersih penduduk sampai tahun 2040.

Sebelum melakukan perhitungan pertumbuhan jumlah penduduk, penting untuk mengetahui rasio pertumbuhan penduduk. Data yang digunakan untuk menghitung rasio pertumbuhan ini adalah data penduduk Desa Jonjo Kecamatan Parigi tahun 2011-2020.

Tabel 5. Jumlah Penduduk Desa Jonjo Kecamatan Parigi Tahun 2011-2020

No	Tahun	Jumlah
1	2011	2774
2	2012	2820
3	2013	2905
4	2014	2703
5	2015	2686
6	2016	2559
7	2017	2666
8	2018	2925
9	2019	2934
10	2020	3033

Sumber: Badan Pusat Statistika Kabupaten Gowa

Perhitungan:

$$\begin{aligned}
 \text{Pertumbuhan Penduduk (Jiwa)} &= \text{Jumlah Penduduk (2018)} - \text{Jumlah} \\
 &\quad \text{Penduduk tahun (2017)} \\
 &= 2925 - 2666 \\
 &= 259 \text{ Jiwa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pertumbuhan Penduduk (\%)} &= \frac{\text{Jumlah Penduduk (Jiwa)} - \text{Jumlah}}{\text{Penduduk tahun (2017)}}
 \end{aligned}$$

$$= 259/2666 \times 100\%$$

$$= 9,7\%$$

Tabel 6. Pertumbuhan Penduduk Desa Jonjo Kecamatan Parigi

Tahun	Total Jiwa	Pertumbuhan Penduduk	
		Jiwa	%
2011	2774	-	-
2012	2820	46	1.66
2013	2905	85	3.01
2014	2703	-202	-6.95
2015	2686	-17	-0.63
2016	2559	-127	-4.73
2017	2666	107	4.18
2018	2925	259	9.71
2019	2934	9	0.31
2020	3033	99	3.37

Jika dilihat dari data diatas dapat dilihat bahwa terjadi Kenaikan dan Penurunan pertumbuhan penduduk yang cukup signifikan pada tahun 2011-2020.

1. Analisa Pertumbuhan Penduduk Metode Geometrik

Dalam perhitungan proyeksi penduduk menggunakan metode geometrik, diasumsikan bahwa jumlah penduduk akan bertambah atau berkurang dengan laju pertumbuhan (persentase) yang tetap dari waktu ke waktu. Menurut Klosterman (1990), proyeksi dengan laju pertumbuhan tetap ini biasanya diterapkan pada wilayah di mana pada tahun-tahun awal pengamatan, peningkatan jumlah penduduk absolut masih sedikit, namun terus meningkat seiring waktu. Contoh perhitungan pertumbuhan penduduk Desa Jonjo Kecamatan Parigi tahun 2040:

Rumus rasio (r):

$$\begin{aligned} r &= \left(\frac{Po}{Pt} \right)^{1/t} - 1 \\ &= \left(\frac{3033}{2666} \right)^{1/4} - 1 \\ &= 0,03277 \end{aligned}$$

Rumus geometrik:

$$\begin{aligned}
 P_n &= P_o (1 + r)^n \\
 &= 3033 (1 + 0,03277)^{20} \\
 &= 5.780 \text{ Jiwa}
 \end{aligned}$$

Jadi perhitungan pertumbuhan penduduk menggunakan metode geometrik Desa Jonjo Kecamatan Parigi pada tahun 2040 terhitung dari 2020 selama 20 tahun adalah 5.780 jiwa.

Berikut ini adalah hasil perhitungan pertumbuhan penduduk desa Jonjo Kecamatan Parigi menggunakan metode geometrik.

Tabel 7. Perhitungan Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode Geometrik

No	Tahun	Metode Geometrik (Jiwa)
1	2020	3.033
2	2021	3.132
3	2022	3.235
4	2023	3.341
5	2024	3.451
6	2025	3.564
7	2026	3.680
8	2027	3.801
9	2028	3.926
10	2029	4.054
11	2030	4.187
12	2031	4.324
13	2032	4.466
14	2033	4.612
15	2034	4.763
16	2035	4.919
17	2036	5.081
18	2037	5.247
19	2038	5.419
20	2039	5.597
21	2040	5.780

2. Analisa Pertumbuhan Penduduk Metode Aritmatika

Perhitungan pertumbuhan penduduk dengan metode aritmetika didasarkan pada asumsi bahwa jumlah penduduk akan bertambah atau berkurang dengan angka absolut yang tetap pada periode mendatang, sesuai dengan tren yang terjadi di masa lalu. Klosterman (1990), mengacu pada Pittenger (1976), menyatakan bahwa model ini hanya cocok digunakan jika data yang tersedia cukup terbatas, sehingga model lain tidak dapat diterapkan. Isserman (1997) menambahkan bahwa metode ini hanya efektif untuk wilayah kecil dengan pertumbuhan yang lambat dan tidak sesuai untuk proyeksi di wilayah yang lebih luas dengan laju pertumbuhan penduduk yang tinggi. Contoh perhitungan pertumbuhan penduduk Desa Jonjo Kecamatan Parigi tahun 2040:

Rumus aritmatika

$$\begin{aligned}
 P_n &= P_0 + \left(\frac{P_0 - P_f}{t} \right) \cdot n \\
 &= 3033 + \left(\frac{3033 - 2666}{4} \right) \cdot 20 \\
 &= 3033 + \left(\frac{367}{4} \right) \cdot 20 \\
 &= 3033 + 91,75 \cdot 20 \\
 &= 4.868
 \end{aligned}$$

Jadi perhitungan pertumbuhan penduduk menggunakan metode aritmatika Desa Jonjo Kecamatan Parigi pada tahun 2040 terhitung dari 2020 selama 20 tahun adalah 4.868 jiwa.

Tabel 8. Perhitungan Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode Aritmtika

No	Tahun	Metode Aritamtika (Jiwa)
1	2020	3.033
2	2021	3.125
3	2022	3.217
4	2023	3.308
5	2024	3.400
6	2025	3.492
7	2026	3.584

Tabel 8. Perhitungan Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode Aritmtika (Lanjutan)

No	Tahun	Metode Aritamtika (Jiwa)
8	2027	3.675
9	2028	3.767
10	2029	3.859
11	2030	3.951
12	2031	4.042
13	2032	4.134
14	2033	4.226
15	2034	4.318
16	2035	4.409
17	2036	4.501
18	2037	4.593
19	2038	4.685
20	2039	4.776
21	2040	4.868

B. Analisa Kebutuhan Air Bersih

Analisa kebutuhan air adalah perhitungan yang dilakukan untuk memperkirakan permintaan air bersih, berupa jumlah air yang dibutuhkan di suatu wilayah pada tingkat rumah tangga. Kebutuhan air yang diproyeksikan mencakup kebutuhan air domestik dan non-domestik. Kebutuhan air domestik dihitung berdasarkan jumlah penduduk serta perkiraannya hingga tahun perencanaan, sedangkan kebutuhan air non-domestik dihitung berdasarkan jumlah dan aktivitas usaha masyarakat, baik di sektor komersial maupun industri.

Dalam merencanakan kebutuhan air bersih di suatu wilayah, penting untuk mengetahui jumlah air yang dibutuhkan per orang per hari dalam liter. Penentuan kebutuhan air ini sangat bergantung pada jumlah penduduk di wilayah tersebut, karena setiap daerah memiliki kebutuhan air bersih yang berbeda, dipengaruhi oleh berbagai faktor. Oleh karena itu, dalam perencanaan kebutuhan air bersih di Desa Jonjo Kecamatan Parigi, digunakan standar

kebutuhan air bersih yang disesuaikan dengan jumlah populasi penduduk setempat. Adapun perhitungan kebutuhan air bersih di Desa Jonjo Kecamatan Parigi sebagai berikut:

1. Kebutuhan domestik

Berdasarkan hasil perhitungan dari analisa pertumbuhan penduduk yang telah dilakukan, jumlah penduduk di Desa Jonjo Kecamatan Parigi untuk Tahun 2040 sebesar 5.780 Jiwa. Jumlah penduduk ini termasuk kedalam kategori desa kecil karena jumlah penduduk < 10.000 jiwa. Kebutuhan air di daerah pelayanan untuk kategori desa kecil adalah 60 liter/jiwa/hari. Contoh perhitungan kebutuhan domestik Desa jonjo Kecamatan Parigi tahun 2040:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air domestik} &= \text{Jumlah penduduk (2040)} \times \text{Kebutuhan air} \\ &= 5.780 \times 60 \text{ liter/jiwa/hari} \\ &= 346.805 \text{ liter/hari} \\ &= 4,014 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

2. Kebutuhan non domestik

Berdasarkan Kriteria Ditjen Cipta Karya dalam kebutuhan non domestic hanya sebesar 20-30% dari kebutuhan domestik. Contoh perhitungan kebutuhan non domestik Desa Jonjo Kecamatan Parigi tahun 2040:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air non domestik} &= \text{Kebutuhan air domestik} \times 20\% \\ &= 4,014 \times 20\% \\ &= 0,803 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

3. Kebutuhan air total

Kebutuhan air total merupakan gabungan dari kebutuhan air domestik dan non domestic. Contoh perhitungan kebutuhan air total Desa Jonjo Kecamatan Parigi tahun 2040:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air total} &= \text{Kebutuhan domestik} + \text{Kebutuhan non} \\ &\quad \text{domestik} \\ &= 4,014 \text{ liter/detik} + 0,803 \text{ liter/detik} \\ &= 4,817 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

4. Kehilangan air

Kehilangan air biasanya terjadi akibat kebocoran pada jaringan pipa transmisi dan distribusi. Berdasarkan BPP SPAM DPU tingkat kehilangan air yang diperbolehkan sebaiknya tidak melebihi batas toleransi sebesar 20% dari kapasitas produksi debit air. Contoh perhitungan kehilangan air Desa Jonjo Kecamatan Parigi tahun 2040:

$$\begin{aligned}\text{Kehilangan air} &= 20\% \times \text{Kebutuhan air total} \\ &= 20\% \times 4,817 \text{ liter/detik} \\ &= 0,963 \text{ liter/detik}\end{aligned}$$

5. Kebutuhan air rata-rata

Kebutuhan air rata-rata adalah jumlah total air yang diperlukan ditambah dengan tingkat kehilangan air. Contoh perhitungan kebutuhan air rata-rata Desa Jonjo Kecamatan Parigi tahun 2040:

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air rata-rata} &= \text{Kebutuhan air total} + \text{Kehilangan air} \\ &= 4,817 + 0,963 \text{ liter/detik} \\ &= 5,780 \text{ liter/detik}\end{aligned}$$

6. Kebutuhan air maksimum

Kebutuhan air maksimum adalah jumlah pemakaian air tertinggi dalam satu hari selama setahun. Kebutuhan ini digunakan sebagai acuan dalam merencanakan kapasitas bangunan penangkap air, jaringan pipa transmisi, dan Instalasi Pengolahan Air (IPA). Faktor harian maksimum ini berkisar antara 1,1 hingga 1,5. Dalam perencanaan ini faktor harian maksimum yang digunakan adalah 1,15 menurut DPU Ditjen Cipta Karya Direktorat Air Bersih. Contoh perhitungan kebutuhan air maksimum Desa Jonjo Kecamatan Parigi tahun 2040:

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air maksimum} &= \text{Kebutuhan air rata-rata} \times \text{Faktor} \\ &\quad \text{harian maksimum} \\ &= 5,780 \times 1,15 \\ &= 6,647 \text{ liter/detik}\end{aligned}$$

7. Kebutuhan jam puncak

Faktor jam puncak adalah situasi di mana penggunaan air pada jam tersebut mencapai titik tertinggi. Nilai faktor jam puncak (fp) biasanya

berada dalam rentang 1,5 hingga 2,0. Dalam perencanaan ini faktor jam puncak yang digunakan adalah 1,56 menurut DPU Ditjen Cipta Karya Direktorat Air Bersih. Contoh perhitungan kebutuhan jam puncak Desa Jonjo Kecamatan Parigi tahun 2040:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air maksimum} &= \text{Kebutuhan air rata-rata} \times \text{Faktor} \\ &\quad \text{jam puncak} \\ &= 5,780 \times 1,56 \\ &= 9,017 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

Tabel 9. Kebutuhan air bersih Desa Jonjo Kecamatan Parigi Tahun 2040

No	Uraian	Satuan	Tahun
			2040
1	Jumlah Penduduk Total	Jiwa	5,780
2	Kebutuhan air untuk tiap 1 org/hari	lt/org/hari	60
3	Jumlah orang/rumah	Jiwa	5
4	Kebutuhan air domestik	lt/hr	346,805
		lt/dt	4.014
5	Kebutuhan air non domestik	lt/dt	0.803
6	Kebutuhan air total	lt/dt	4.817
7	Kehilangan air	lt/dt	0.963
8	Kebutuhan air rata-rata	lt/dt	5.780
9	Kebutuhan air maksimum	lt/dt	6.647
10	Kebutuhan jam puncak	lt/dt	9.017

8. Fluktuasi Pemakaian air

Fluktuasi pemakaian air adalah perubahan siklus penggunaan air bersih yang terjadi setiap jam dalam satu hari. Pemakaian air bersih pada tiap jam bersifat relatif dan selalu berubah-ubah. Oleh sebab itu, dalam perhitungan fluktuasi penggunaan air bersih ini, terdapat faktor fluktuasi yang berbeda di setiap waktu. Untuk mengetahui pemakaian air selama 24 jam digunakan grafik fluktuasi kebutuhan air bersih dari DPU Ditjen Cipta Karya Direktorat Air Bersih dan diperoleh nilai load factor untuk menghitung pemakaian air. Contoh perhitungan fluktuasi pemakaian air Desa Jonjo Kecamatan Parigi tahun 2040:

$$\text{Debit rata-rata} = 5,780 \text{ liter/detik} = 0,00578 \text{ m}^3/\text{detik} = 20,808 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Pemakaian air per jam} = \text{Load faktor} \times \text{Debit rata-rata}$$

$$= 0,3 \times 20,808 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 6,242 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Tabel 10. Fluktuasi Pemakaian Air Desa Jonjo Kecamatan Parigi

Jam	Load Faktor	Debit rata-rata m ³ /jam	Pemakaian Air m ³ /jam
00.00-01.00	0,3	20,808	6,242
01.00-02.00	0,37	20,808	7,699
02.00-03.00	0,45	20,808	9,364
03.00-04.00	0,64	20,808	13,317
04.00-05.00	1,15	20,808	23,930
05.00-06.00	1,4	20,808	29,132
06.00-07.00	1,53	20,808	31,837
07.00-08.00	1,56	20,808	32,461
08.00-09.00	1,41	20,808	29,340
09.00-10.00	1,38	20,808	28,715
10.00-11.00	1,27	20,808	26,427
11.00-12.00	1,2	20,808	24,970
12.00-13.00	1,14	20,808	23,721
13.00-14.00	1,17	20,808	24,346
14.00-15.00	1,18	20,808	24,554
15.00-16.00	1,22	20,808	25,386
16.00-17.00	1,31	20,808	27,259
17.00-18.00	1,38	20,808	28,715
18.00-19.00	1,25	20,808	26,010
19.00-20.00	0,98	20,808	20,392
20.00-21.00	0,62	20,808	12,901
21.00-22.00	0,45	20,808	9,364
22.00-23.00	0,37	20,808	7,699
23.00-24.00	0,25	20,808	5,202

C. Reservoir

Reservoir distribusi adalah bangunan untuk menampung air bersih sebelum didistribusikan ke daerah pelayanan. Dalam Perencanaan ini lokasi reservoir yang direncanakan terletak pada titik koordinat $-5^{\circ}17'52,17733''\text{S}$ $119^{\circ}49'8,83596''\text{E}$. Berdasarkan data yang diperoleh, air yang akan didistribusikan ke wilayah layanan dapat dialirkan menggunakan sistem gravitasi. Untuk merancang bak penampung (reservoir), perlu dilakukan perhitungan guna menentukan kapasitas yang sesuai dengan kebutuhan air konsumen di wilayah tersebut. Perhitungan reservoir sebagai berikut:

1. Pemakaian rata-rata dalam satu hari = $20,791 \text{ m}^3/\text{hari}$
2. Kapasitas berguna dari reservoir = 20% dari kebutuhan air rata-rata harian
3. Kapasitas berguna reservoir = $20\% \times 20,791$
= $4,152 \text{ m}^3$
4. Ukuran kapasitas berguna reservoir sebagai berikut:
 Panjang = 2 m
 Lebar = 1 m
 Tinggi = 2,1 m
 Volume reservoir = $2 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 2,1 \text{ m}$
 = $4,2 \text{ m}^3 >$ Kapasitas reservoir yang dibutuhkan
 = $4,2 \text{ m}^3 > 4,152 \text{ m}^3$

D. Perencanaan Jaringan dengan Software EPANET 2.0

Perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih di Desa Jonjo Kecamatan Parigi menggunakan EPANET 2.0. EPANET 2.0 merupakan program yang dapat mensimulasikan jaringan distribusi air secara efektif, yang terdiri dari titik-titik seperti node atau junction, pipa, pompa, katup, serta reservoir, baik yang berada di permukaan tanah maupun yang terangkat. Simulasi jaringan menggunakan perangkat lunak EPANET ini berguna untuk menentukan apakah kondisi jaringan yang direncanakan berhasil atau tidak. Dengan demikian, kesimpulan mengenai hasil perencanaan jaringan perpipaan dapat dibuat secara tepat. Suatu jaringan perpipaan dianggap berhasil jika memenuhi beberapa kriteria berikut:

1. Tekanan sisa di tiap-tiap titik sampel (junction) minimum 1-9 atm (Tekanan).
2. Kecepatan dalam pipa yang ideal 0,3-4,5 m/det.
3. Kemiringan garis headloss tidak lebih dari 15 m/km

Perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih di Desa Jonjo Kecamatan Parigi direncanakan menggunakan sistem aliran gravitasi. Hal ini dimungkinkan karena terdapat perbedaan ketinggian antara wilayah

pelayanan dan reservoir, yang menciptakan energi potensial. Dengan demikian, air dapat dialirkan ke masyarakat dengan memanfaatkan sistem gravitasi.

1. Input Nilai Pada Object

Simulasi jaringan menggunakan EPANET 2.0 memerlukan beberapa data input agar hasil yang dihasilkan sesuai dengan yang diinginkan. Data input yang dibutuhkan dalam perencanaan jaringan ini meliputi reservoir, junction, dan pipa. Data ini diperlukan untuk memfasilitasi proses analisis, evaluasi, dan simulasi jaringan distribusi air.

1. Reservoir

Reservoir adalah node yang mewakili sumber eksternal dengan aliran yang berkelanjutan dan tak terbatas ke dalam jaringan. Biasanya digunakan untuk merepresentasikan struktur seperti reservoir, danau, sungai, atau sistem lainnya. Data input utama dari node ini adalah nilai total head, yang merupakan penjumlahan antara elevasi dan tekanan dari sumber air jika sumber tersebut memiliki tekanan. Contoh gambar properties reservoir sebagai berikut:



Property	Value
*Reservoir ID	1
X-Coordinate	6196.33
Y-Coordinate	5596.30
Description	
Tag	
*Total Head	638
Head Pattern	
Initial Quality	
Source Quality	

Gambar 6. Tampilan Properties Reservoir

2. Sambungan (Junction)

Sambungan (Junction) adalah titik pertemuan dari beberapa pipa yang berfungsi menghubungkan setiap ujung pipa. Data input utama untuk node ini adalah koordinat titik penghubung pipa dan

permintaan air di titik tersebut. Contoh gambar properties sambungan (junction) sebagai berikut:

Junction 2	
Property	Value
*Junction ID	2
X-Coordinate	7224.50
Y-Coordinate	5742.02
Description	
Tag	
*Elevation	590
Base Demand	0.113

Gambar 7. Tampilan Properties Junction

3. Pipa

Pipa adalah elemen penghubung yang menyalurkan air dari satu titik ke titik lainnya dalam jaringan. Pada perangkat lunak EPANET 2.0, pipa diasumsikan selalu terisi penuh sepanjang waktu. Data input yang diperlukan untuk pipa meliputi titik awal dan akhir, diameter, panjang, serta koefisien kekasaran pipa. Contoh gambar properties pipa sebagai berikut:

Pipe 1	
Property	Value
*Pipe ID	1
*Start Node	1
*End Node	2
Description	
Tag	
*Length	1038.45
*Diameter	120
*Roughness	130

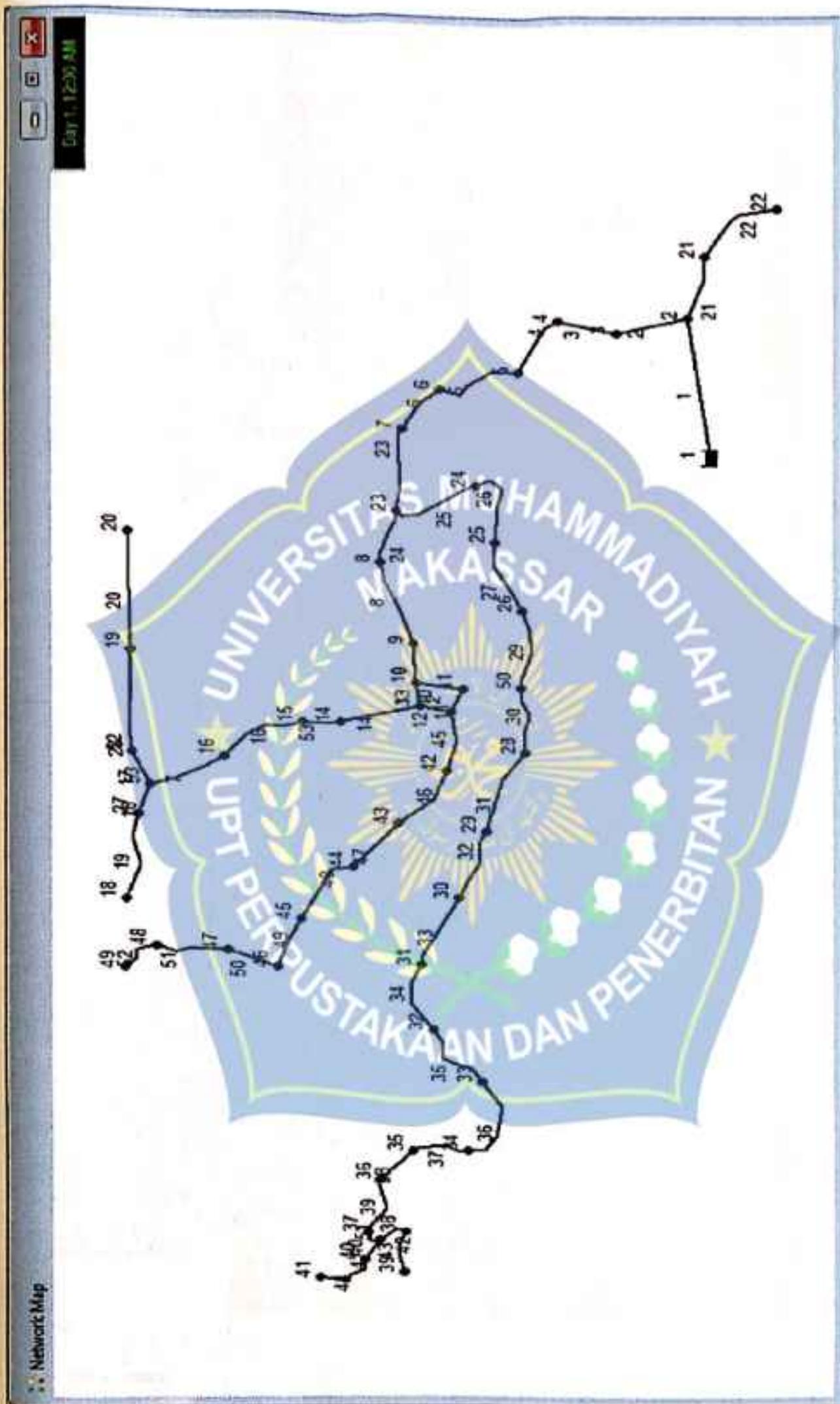
Gambar 8. Tampilan Properties Pipa

2. Skema Jaringan dengan EPANET 2.0

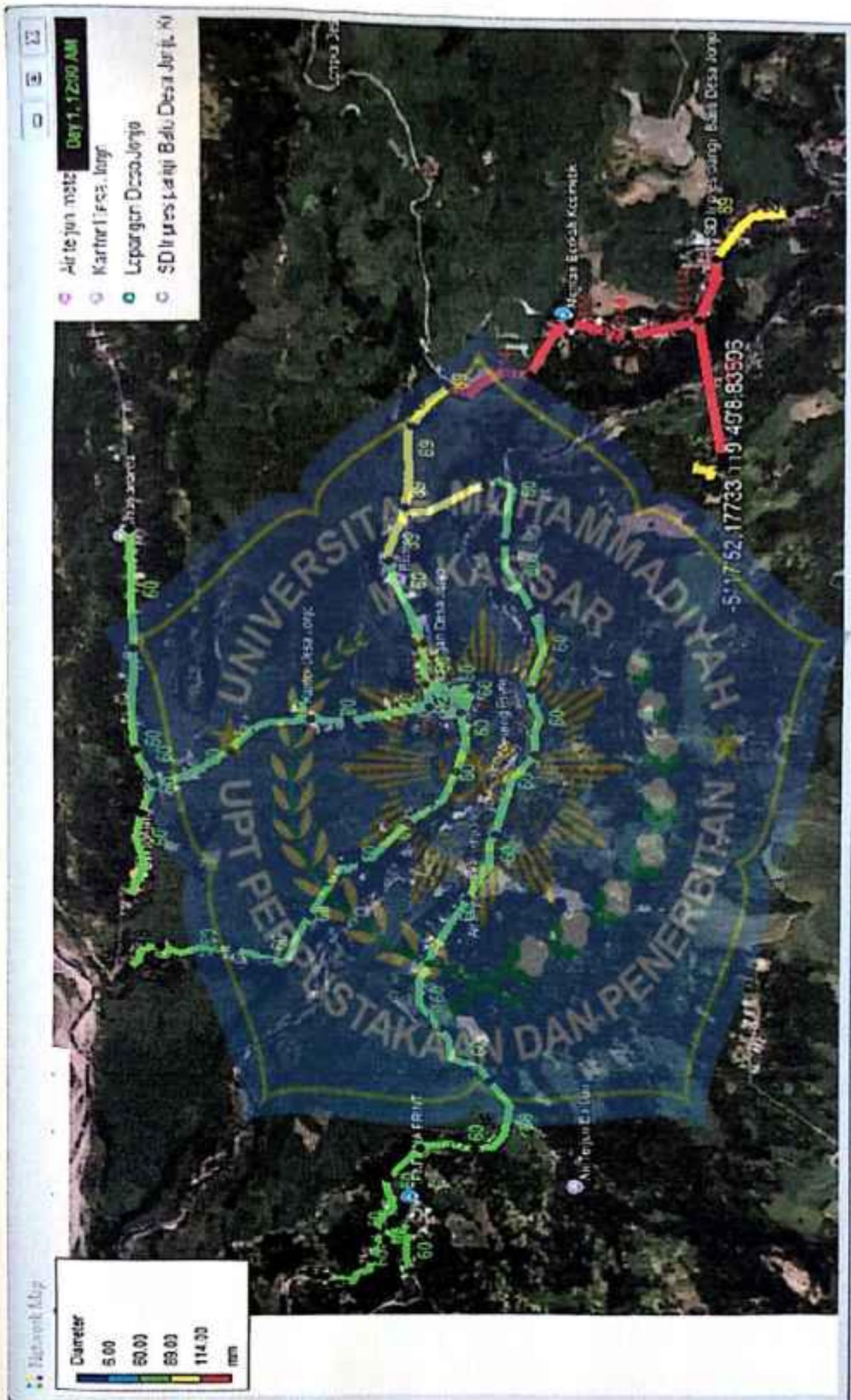
Setelah semua data input yang diperlukan dimasukkan ke dalam setiap komponen di software EPANET 2.0, dilakukan eksekusi terhadap jaringan perpipaan yang telah dirancang. Proses ini akan menunjukkan

apakah jaringan tersebut dapat beroperasi dengan baik tanpa mengalami masalah atau kekurangan tekanan. Adapun skema yang dilakukan pada software EPANET 2.0 sebagai berikut:





Gambar 9. Skema Jaringan Menggunakan Software EPANET 2.0



Gambar 10. Peta Skema Jaringan Menggunakan Software EPANET 2.0

Keterangan Gambar 4.5. Peta Skema Jaringan Menggunakan Software EPANET 2.0:

- a. Pada warna merah merupakan ukuran pipa 4 mm
- b. Pada warna kuning merupakan ukuran pipa 89 mm
- c. Pada warna hijau merupakan ukuran pipa 60 mm

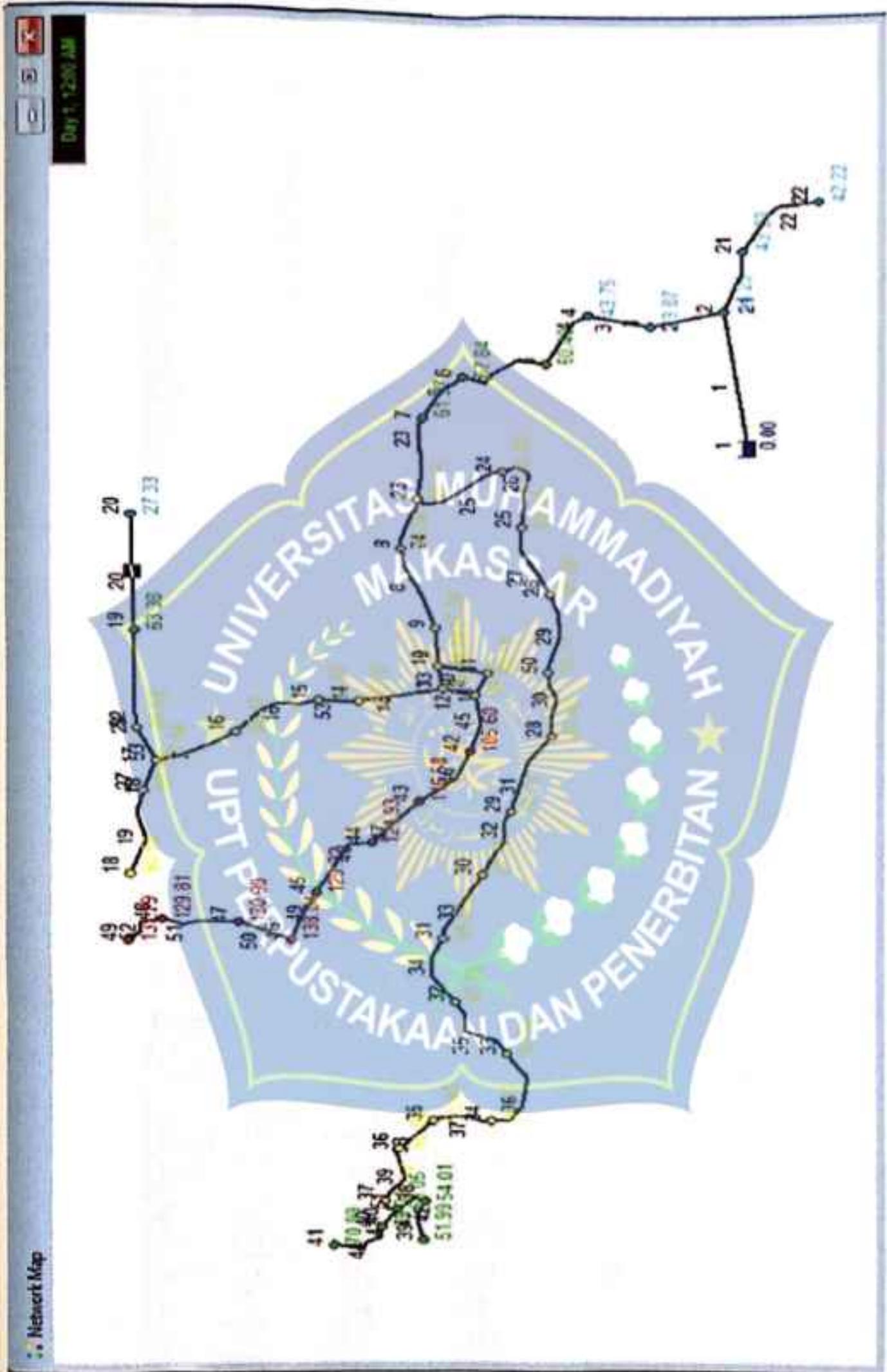
3. Output Data

Setelah dilakukan pembuatan skema jaringan menggunakan EPANET 2.0 dilakukan, akan dihasilkan output data berupa hasil simulasi pada junction dan hasil simulasi pada pipa.

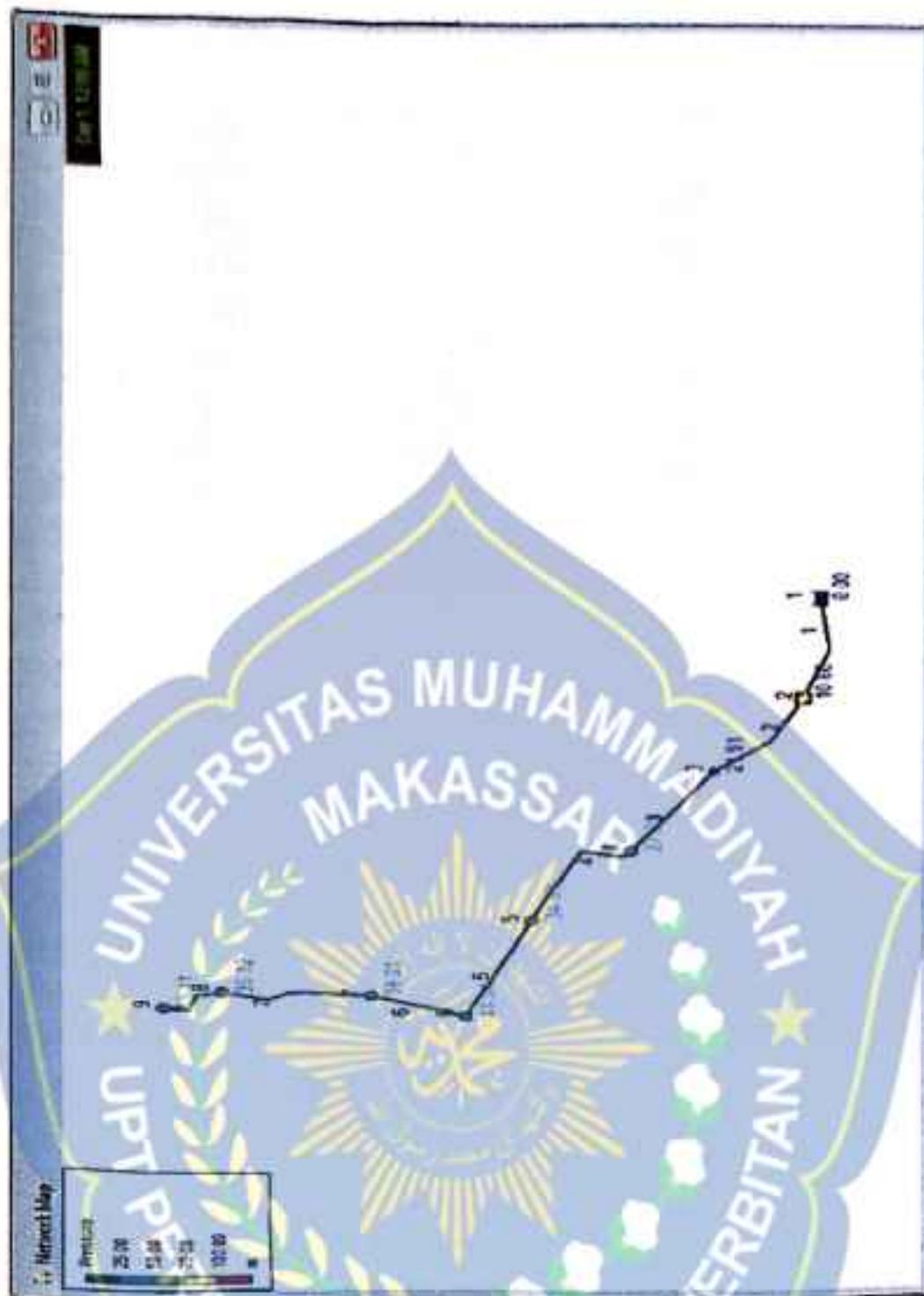
1. Hasil Simulasi pada Junction

Hasil simulasi pada junction sebagai berikut:





Gambar 11. Simulasi Junction



Gambar 12. Simulasi Junction

Tabel 11. Hasil Simulasi Software EPANET 2.0

Node ID	Elevation	Base Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
Junc 2	590	0.113	634.23	44.23
Junc 3	589	0.113	632.87	43.87
Junc 4	588	0.113	631.75	43.75
Junc 5	570	0.113	630.4	60.4
Junc 6	571	0.113	628.84	57.84
Junc 7	564	0.113	625.37	61.37
Junc 8	531	0.113	619.04	88.04
Junc 9	521	0.113	608.38	87.38
Junc 10	518	0.113	603.84	85.84
Junc 11	513	0.113	603.13	90.13

Tabel 11. Hasil Simulasi Software EPANET 2.0 (Lanjutan)

Node ID	Elevation	Base Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
Junc 12	508	0.113	602.79	94.79
Junc 13	512	0.113	602.83	90.83
Junc 14	506	0.113	601.18	95.18
Junc 15	505	0.113	600.57	95.57
Junc 16	501	0.113	599.42	98.42
Junc 17	501	0.113	598.64	97.64
Junc 18	508	0.113	598.56	90.56
Junc 19	535	0.113	598.38	63.38
Junc 20	571	0.113	598.33	27.33
Junc 21	591	0.113	634.23	43.23
Junc 22	592	0.113	634.22	42.22
Junc 23	535	0.113	620.14	85.14
Junc 24	534	0.113	619.02	85.02
Junc 25	529	0.113	612.1	83.1
Junc 26	525	0.113	606.26	81.26
Junc 27	519	0.113	600.71	81.71
Junc 28	516	0.113	596.48	80.48
Junc 29	513	0.113	591.76	78.76
Junc 30	507	0.113	588.35	81.35
Junc 31	489	0.113	585.3	96.3
Junc 32	485	0.113	582.73	97.73
Junc 33	483	0.113	580.6	97.6
Junc 34	482	0.113	578.37	96.37
Junc 35	482	0.113	577.45	95.45
Junc 36	486	0.113	576.86	90.86
Junc 37	493	0.113	576.18	83.18
Junc 38	522	0.113	576.01	54.01
Junc 39	524	0.113	575.99	51.99
Junc 40	506	0.113	576.01	70.01
Junc 41	505	0.113	575.99	70.99
Junc 42	496	0.113	601.6	105.6
Junc 43	484	0.113	600.58	116.58
Junc 44	478	0.113	599.93	121.93
Junc 45	470	0.113	599.32	129.32
Junc 46	461	0.113	599.04	138.04
Junc 48	469	0.113	598.81	129.81
Junc 49	461	0.113	598.79	137.79
Junc 50	513	0.113	576.05	63.05
Junc 51	505	0.113	598.59	93.59

Tabel 11. Hasil Simulasi Software EPANET 2.0 (Lanjutan)

Node ID	Elevation	Base Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
Junc 52	513	0.113	598.53	85.53

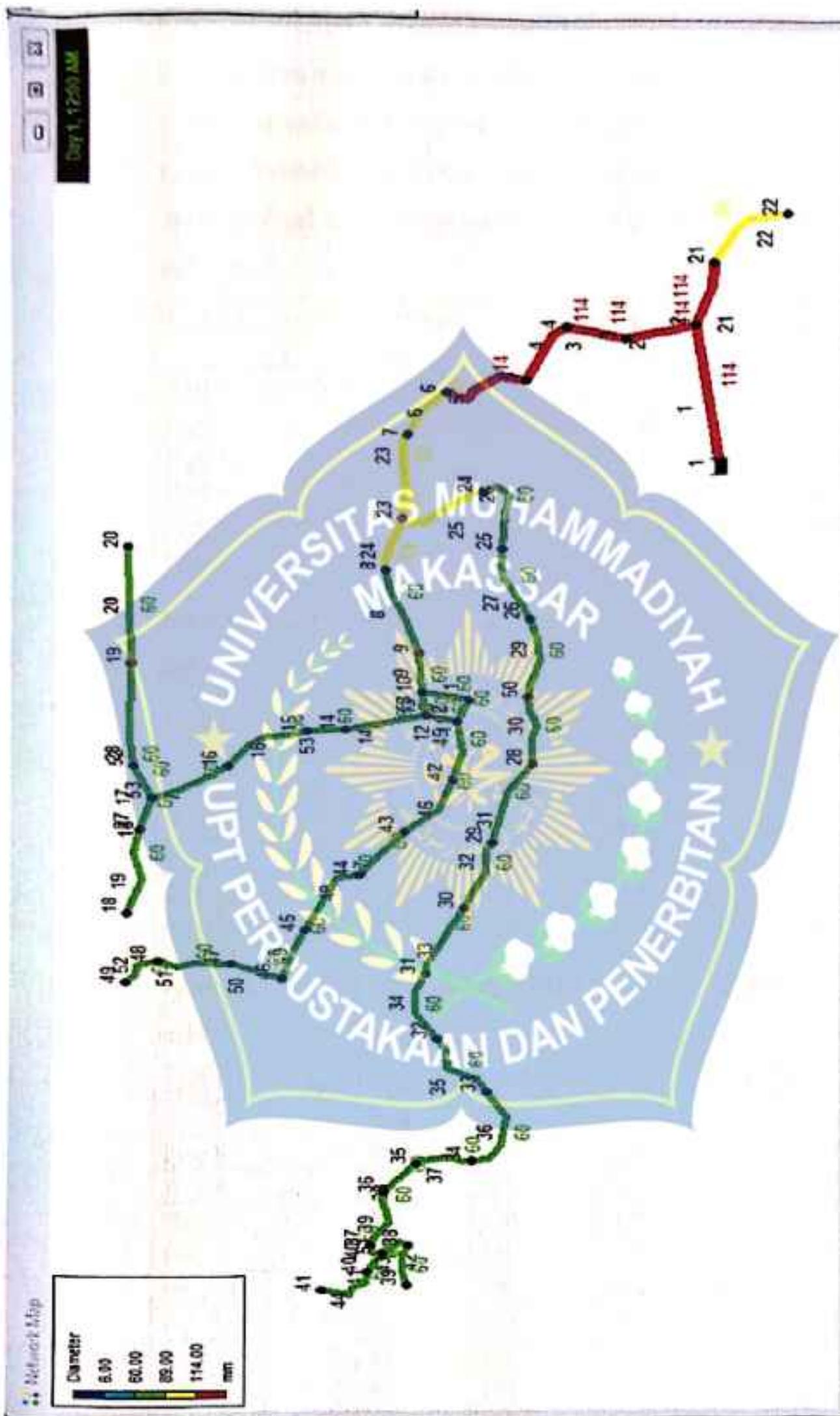
Tabel 12. Hasil Simulasi EPANET 2.0

Node ID	Elevation	Base Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
Junc 42	496	0.113	506.8	10.8
Junc 43	484	0.113	505.91	21.91
Junc 44	478	0.113	505.24	27.24
Junc 45	470	0.113	504.69	34.69
Junc 46	461	0.113	504.34	43.34
Junc 47	468	0.113	504.21	36.21
Junc 48	469	0.113	504.12	35.12
Junc 49	461	0.113	504.11	43.11

Dari hasil simulasi pada sambungan (junction) yang dilakukan dengan software EPANET 2.0 didapatkan beberapa hasil sebagai berikut:

- a. Tekanan (Pressure) yang dihasilkan pada simulasi jaringan berkisar antara 27,33-138,04. Tekanan tertinggi terjadi di junction 46 dengan nilai 138,04 meter, sedangkan tekanan terendah terjadi di junction 20 dengan nilai 27,33 meter.
 - b. Penambahan Bak Pelepas Tekan (BPT) hanya satu unit pada wilayah gambar 4.7
2. Hasil Simulasi pada Pipa

Hasil Simulasi pada Pipa sebagai berikut:



Gambar 13. Simulasi Pipa

Keterangan Gambar 4.8. Simulasi Pipa:

- d. Pada warna merah merupakan ukuran pipa 4 mm
- e. Pada warna kuning merupakan ukuran pipa 89 mm
- f. Pada warna hijau merupakan ukuran pipa 60 mm

Tabel 13. Hasil Simulasi Software EPANET 2.0 Diameter 114 (4 inch)

Link ID	Length	Diameter	Roughness	Flow	Velocity	Unit Headloss
	m	mm		LPS	m/s	m/km
Pipe 1	1038.45	114	130	5.76	0.56	3.63
Pipe 2	421.59	114	130	5.42	0.53	3.24
Pipe 3	359.60	114	130	5.31	0.52	3.12
Pipe 4	448.87	114	130	5.20	0.51	3.0
Pipe 5	541.96	114	130	5.09	0.50	2.88
Pipe 21	452.45	114	130	0.23	0.02	0.01

Tabel 14. Hasil Simulasi Software EPANET 2.0 Diameter 89 (3 inch)

Link ID	Length	Diameter	Roughness	Flow	Velocity	Unit Headloss
	m	mm		LPS	m/s	m/km
Pipe 6	376.97	89	130	4.97	0.8	9.22
Pipe 22	592.93	89	130	0.11	0.02	0.01
Pipe 23	592.16	89	130	4.86	0.78	8.83
Pipe 24	397.07	89	130	-2.6	0.42	2.77
Pipe 25	575.72	89	130	2.15	0.35	1.95

Tabel 15. Hasil Simulasi Software EPANET 2.0 Diameter 89 (2 inch)

Link ID	Length	Diameter	Roughness	Flow	Velocity	Unit Headloss
	m	mm		LPS	m/s	m/km
Pipe 8	611.71	60	130	2.49	0.88	17.42
Pipe 9	283.93	60	130	2.37	0.84	15.98
Pipe 10	277.9	60	130	0.88	0.31	2.55
Pipe 11	173.62	60	130	0.77	0.27	1.98
Pipe 12	183.36	60	130	-0.25	0.09	0.25
Pipe 13	172.33	60	130	-1.38	0.49	5.85
Pipe 14	497.02	60	130	1.02	0.36	3.33
Pipe 16	552.43	60	130	0.79	0.28	2.09
Pipe 20	850.13	60	130	0.11	0.04	0.06
Pipe 26	575.65	60	130	2.03	0.72	12.01

Tabel 15. Hasil Simulasi Software EPANET 2.0 Diameter 89 (2 inch) (Lanjutan)

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km
Pipe 27	540.98	60	130	1.92	0.68	10.81
Pipe 29	574.51	60	130	1.81	0.64	9.66
Pipe 30	493.38	60	130	1.69	0.6	8.57
Pipe 31	625.45	60	130	1.58	0.56	7.54
Pipe 32	517.77	60	130	1.47	0.52	6.58
Pipe 33	537.9	60	130	1.36	0.48	5.67
Pipe 34	534.13	60	130	1.24	0.44	4.83
Pipe 35	525.8	60	130	1.13	0.4	4.05
Pipe 36	669.51	60	130	1.02	0.36	3.33
Pipe 37	345.17	60	130	0.9	0.32	2.68
Pipe 38	280.78	60	130	0.79	0.28	2.09
Pipe 39	436.31	60	130	0.68	0.24	1.57
Pipe 40	115.43	60	130	0.56	0.2	1.12
Pipe 41	163.9	60	130	0.23	0.08	0.21
Pipe 42	196.57	60	130	0.23	0.08	0.21
Pipe 43	302.69	60	130	0.11	0.04	0.06
Pipe 44	384.29	60	130	0.11	0.04	0.06
Pipe 45	443.86	60	130	0.9	0.32	2.68
Pipe 46	489.82	60	130	0.79	0.28	2.09
Pipe 47	415.94	60	130	0.68	0.24	1.57
Pipe 48	536.36	60	130	0.56	0.2	1.12
Pipe 49	386.22	60	130	0.45	0.16	0.74
Pipe 50	317.45	60	130	0.34	0.12	0.44
Pipe 51	432.03	60	130	0.23	0.08	0.21
Pipe 52	282.95	60	130	0.11	0.04	0.06
Pipe 7	495.62	60	130	0.68	0.24	1.57
Pipe 17	260.49	60	130	0.34	0.12	0.44
Pipe 18	228.6	60	130	0.23	0.08	0.21
Pipe 19	628.94	60	130	0.11	0.04	0.06
Pipe 28	728	60	130	0.23	0.08	0.21
Pipe 53	226.64	60	130	-0.9	0.32	2.68

Dari hasil simulasi pada perpipaan dilakukan dengan software EPANET 2.0 diperoleh beberapa hasil sebagai berikut:

- a. Sistem jaringan distribusi air bersih di Desa Jonjo Kecamatan Parigi ini dirancang mengikuti jalanan yang ada menggunakan jenis pipa PVC. Adapun nilai pipa PVC koefisien kekerasan pipa

Hazen William adalah 130. Diameter pipa 144 mm (4 inch) dengan panjang yang dibutuhkan yaitu 3.263 meter, pipa 89 mm (3 inch) dengan panjang yang dibutuhkan yaitu 2.535 meter, pipa 60 mm (2 inch) dengan panjang yang dibutuhkan yaitu 17.296 meter serta panjang pipa yang dibutuhkan pada sistem jaringan distribusi air bersih Desa Jonjo Kecamatan Parigi yaitu 23.093. Untuk ukuran diameter pipa terbesar yaitu 144 mm (4 inch), pemilihan pipa ini sebagai pipa utama yang mengalirkan air dari reservoir dalam sistem gravitasi membantu menjaga stabilitas aliran dan tekanan air. Untuk ukuran pipa 89 mm (3 inch), pemilihan pipa ini sebagai penghubung antara pipa utama yang lebih besar dan pipa yang kecil. Untuk ukuran pipa 60 mm (2 inch), Pemilihan ukuran diameter pipa dilakukan karena wilayah tersebut merupakan titik jangkauan pelayanan yang jauh. Jika diameter pipa terlalu besar, hal ini akan mempengaruhi kecepatan aliran air, sehingga menyebabkan wilayah tersebut tidak dapat terlayani dengan baik.

- b. Untuk kecepatan aliran air (velocity) didalam pipa, kecepatan aliran tertinggi pada pipa 8 sebesar 0.80 m/s dan kecepatan aliran terendah pada pipa 21 dan 22 sebesar 0.02 m/s.
- c. Kehilangan energi (Headloss) tertinggi pada berada di pipa 8 sebesar 17.42 m/km dan kehilangan energi terendah berada pada pipa 21 dan 22 sebesar 0.01 m/km.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kebutuhan air bersih di Desa Jonjo Kecamatan Parigi pada Tahun 2040 diperoleh kebutuhan air bersih rata-rata sebesar 5,780 liter/detik dan kebutuhan jam puncak sebesar 9,017 liter/detik.
2. Berdasarkan hasil EPANET 2.0 maka telah direncanakan skema jaringan yang terdiri atas 1 unit reservoir, jaringan pipa sepanjang 23.093 meter dengan variasi diameter pipa 114 mm, pipa 89 mm, pipa 60 mm dilengkapi dengan 1 unit BPT (Bak Pelepas Tekan).

B. Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk melanjutkan perhitungan desain reservoir dan BPT (Bak Pelepas Tekan).
2. Perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih yang direncanakan dapat berfungsi dengan baik. Oleh karena itu penting adanya kerja sama antara pemerintah dan masyarakat desa untuk menjaga sumber mata air agar mata air dapat terjaga dan dimanfaatkan di masa depan.

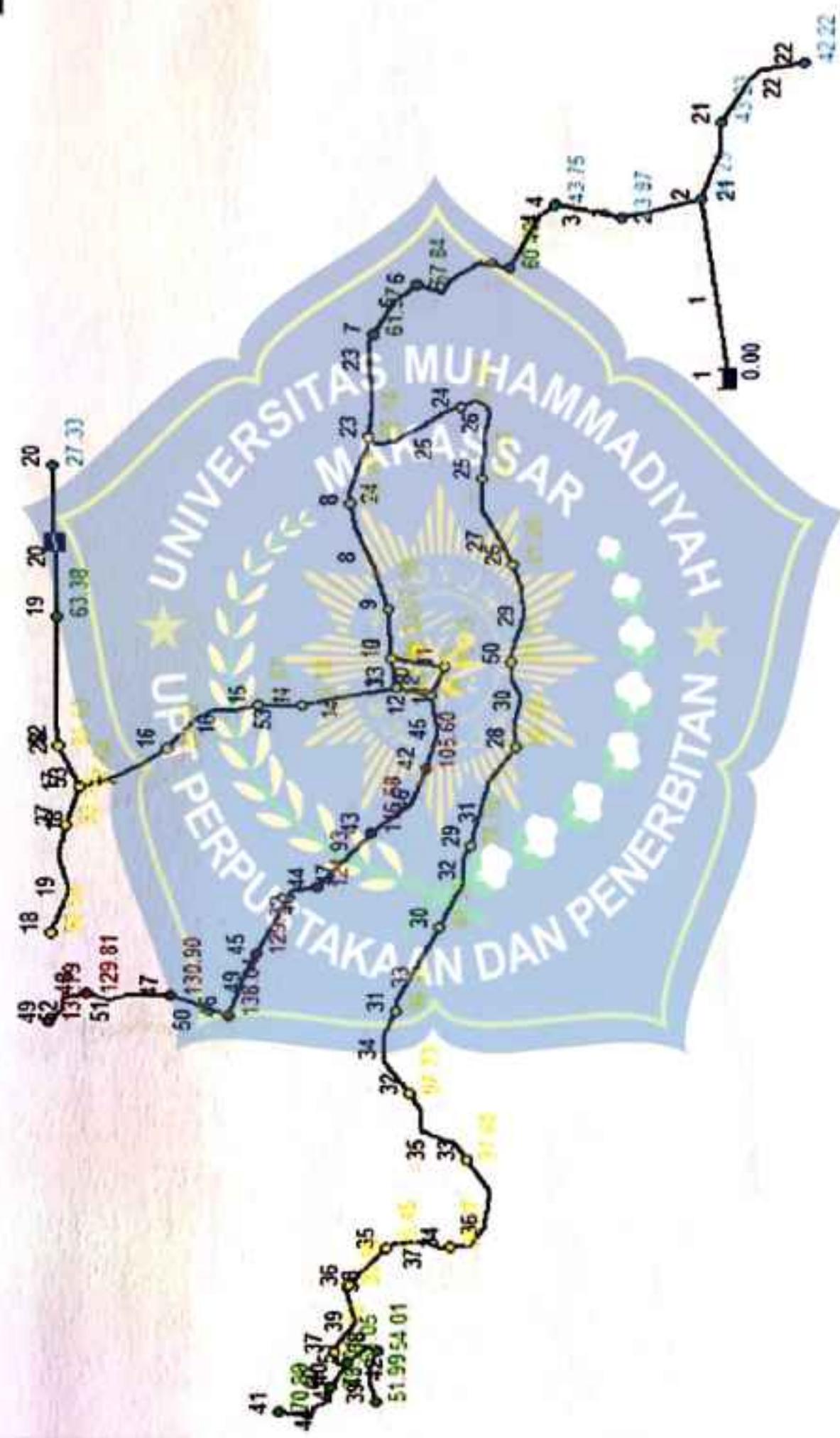
DAFTAR PUSTAKA

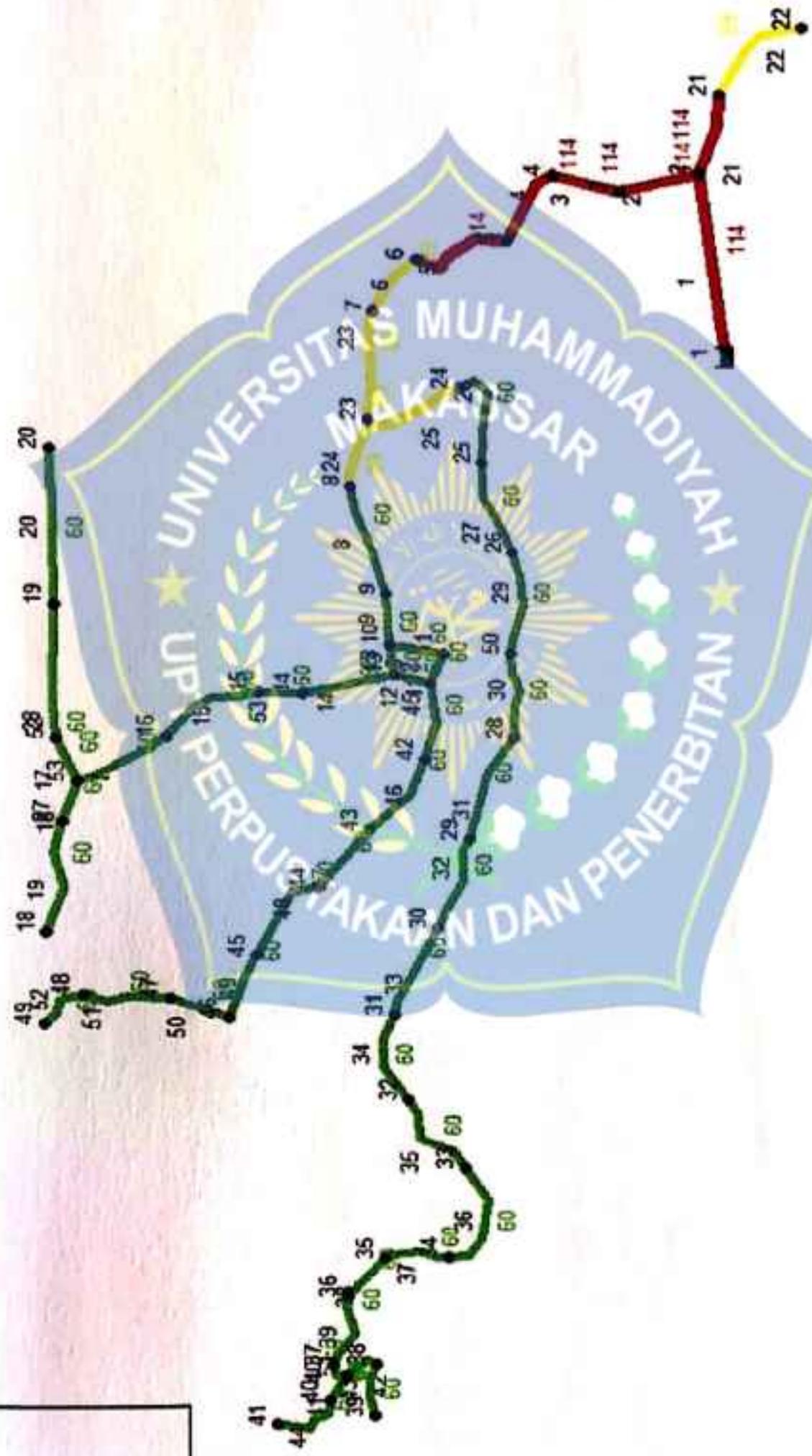
- Abdillah, Muh Fiqam, et al. "Analisis Pengembangan Sistem Distribusi Pada Sumber Mata Air Desa Lamendora Kecamatan Kapoiala Kabupaten Konawe." *Sultra Civil Engineering Journal* 3.1 (2022): 41-49.
- Barid, Burhan, and Serlina Nurnagini Septiani. "Perencanaan Jaringan Distribusi Air Bersih Pedesaan dengan Software Epanet 2.0." *Bulletin of Civil Engineering* 3.2 (2023): 71-78.
- BPPSPAM, Departemen Pekerjaan Umum. "Pedoman penurunan air tak berekening (non revenue water)." Jakarta: BPPSPAM-Kementerian Pekerjaan Umum (2014).
- DANI, HAM. "PERENCANAAN PIPA DISTRIBUSI AIR BERSIH KELURAHAN SAMBALIUNG KECAMATAN SAMBALIUNG KABUPATEN BERAU." *KURVA MAHASISWA* 4, no. 1 (2014): 178-186.
- Ditjen Cipta Karya Dinas PU. 1996. Kriteria Perencanaan. Jakarta: Ditjen Cipta Karya DPU
- Ermawati, R. and Aji, A.S., 2018. *Sistem Penyediaan Air Minum (Studi Kasus Kota Ambon)*. Unimma Press
- Fadli, Achmad. "Analisis Kualitas Air Bersih di Wilayah Kerja Puskesmas Kepulauan Seribu Utara Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017: Analysis of Clean Water Quality in the Work Area of the North Seribu Islands Health Center Based on the Regulation of the Minister of Health Number 32 of 2017." *Indonesian Scholar Journal of Nursing and Midwifery Science (ISJNMS)* 1, no. 05 (2021): 170-178.
- Mahendra, Jupria, and Any Nurhasanah. "Perancangan Sistem Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih di Desa Sukaraja Kecamatan Semaka Kabupaten Tanggamus Provinsi Lampung Menggunakan Aplikasi EPANET 2.0." *Jurnal Teknik Sipil Bandar Lampung* 13.1: 492445.
- Nugroho, Searphin, Ika Meicahayanti, and Juli Nurdiana. "Analisis Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih Menggunakan EPANET 2.0 (Studi Kasus di Kelurahan Harapan Baru, Kota Samarinda)." *Teknik* 39.1 (2018): 62-66.
- Patahuddin, Askar, and Jujuri Perdamaian Dunia. "Menyiapkan SDM Unggul dan Religius melalui Ikhtiar Kegiatan Keagamaan di Desa Jonjo Kabupaten Gowa." *WAHATUL MUJTAMA': Jurnal Pengabdian Masyarakat* 1, no. 2 (2020): 116-128.

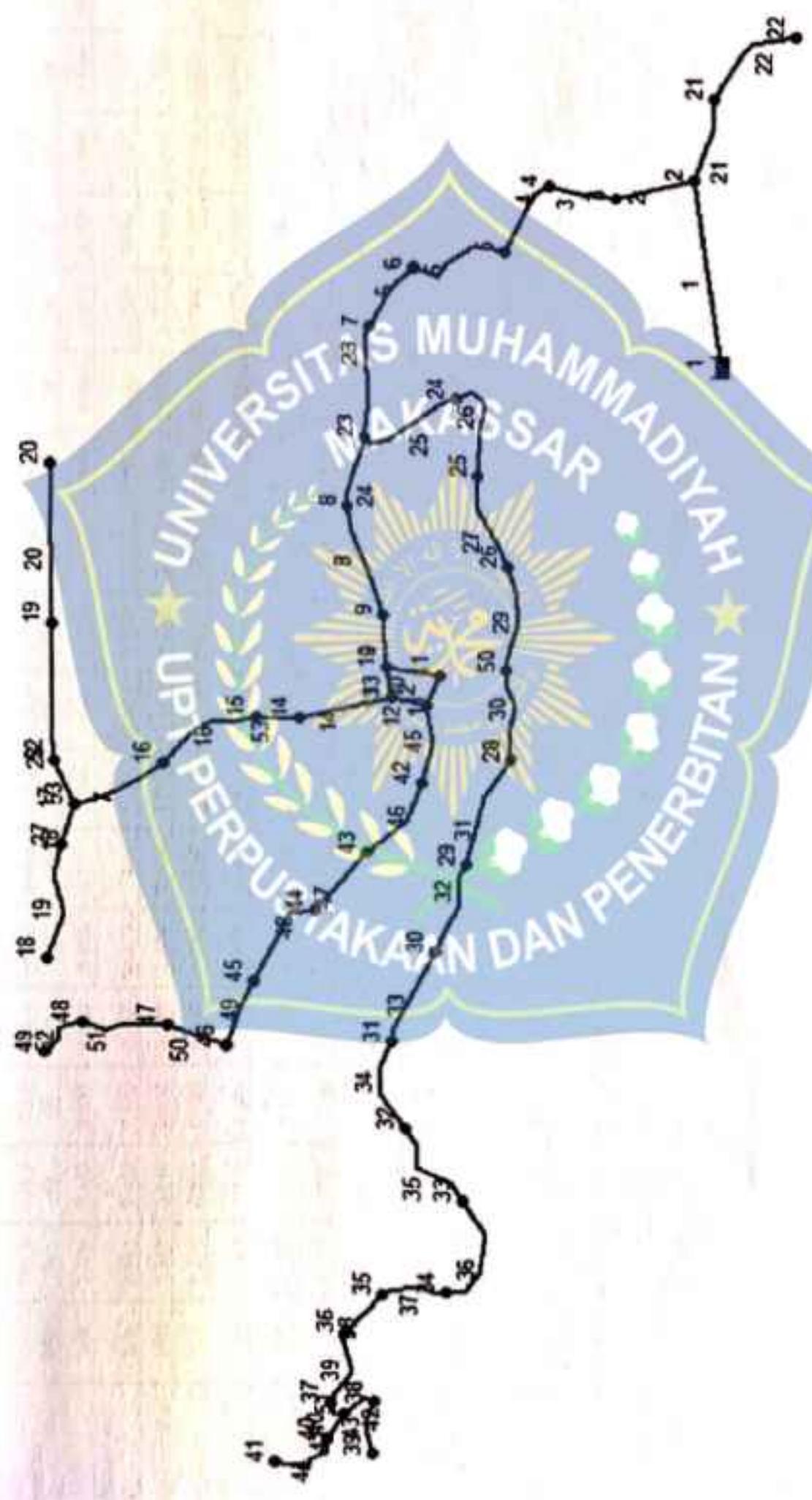
- Ramana, G. Venkata, Ch VSS Sudheer, and B. Rajasekhar. "Network analysis of water distribution system in rural areas using EPANET." *Procedia Engineering* 119 (2015): 496-505.
- Rismawanto, Tio Herdin, Alex Binilang, and Fuad Halim. "Perencanaan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Desa Dumoga II Kecamatan Dumoga Timur Kabupaten Bolaang Mongondow." *Jurnal Sipil Statik* 5, no. 5 (2017).
- Rossman, Lewis A. "EPANET 2: users manual." (2000): 1-200.
- Sholikhah, Annas, and Ir Nurhayati Aritonang. "PERENCANAAN SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH DI DESA PATIHAN KECAMATAN SIDOHARJO KABUPATEN SRAGEN JATENG."
- Singal, Rachel Zandra, and Nur Azilz Jamal. "Perencanaan sistem jaringan distribusi air bersih (Studi kasus Desa Panca Agung Kabupaten Bulungan)." *Selodang Mayang: Jurnal Ilmiah Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Indragiri Hilir* 8, no. 2 (2022): 108-119.
- Tambalean, Tirza Gabriela, Alex Binilang, and Fuad Halim. "Perencanaan sistem penyediaan air bersih di desa kolongan dan kolongan satu Kecamatan Kombi Kabupaten Minahasa." *Jurnal Sipil Statik* 6, no. 10 (2018).
- Wahyuni, Indrawati, and Nur Azizah Affandy. "Sistem Penyediaan dan Distribusi Air Bersih di Desa Tlogoagung Kecamatan Kembangbahu Kabupaten Lamongan Dengan EPANET 2.0." *Jurnal Teknik* 10, no. 1 (2018): 993-998.
- Zamzami, Zamzami, Azmeri Azmeri, and Syamsidik Syamsidik. "Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Pdam Tirta Tawar Kabupaten Aceh Tengah." *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan* 1.1 (2018): 132-141.

LAMPIRAN









		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
1	Jumlah Penduduk Total	3.033	3.132	3.235	3.341	3.451	3.564	3.680	3.801	3.926	4.054	4.187	4.324	4.466	4.612	4.763	4.919	5.081	5.247	5.419	5.597	5.780
2	Kebutuhan air untuk tiap 1 org/hari	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
3	Jumlah orang/rumah	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4	Kebutuhan air domestik	181,980	187,943	194,102	200,462	207,031	213,815	220,822	228,058	235,531	243,249	251,220	259,452	267,954	276,735	285,803	295,168	304,841	314,830	325,146	335,801	346,805
6	Kebutuhan air non domestik	2.106	2.175	2.247	2.320	2.396	2.475	2.556	2.640	2.726	2.815	2.908	3.003	3.101	3.203	3.308	3.416	3.528	3.644	3.763	3.887	4.014
7	Kebutuhan air total	0.421	0.435	0.449	0.464	0.479	0.495	0.511	0.528	0.545	0.563	0.582	0.601	0.620	0.641	0.662	0.683	0.706	0.729	0.753	0.777	0.803
8	Kebijakan air rata	2.527	2.610	2.696	2.784	2.875	2.970	3.067	3.167	3.271	3.378	3.489	3.604	3.722	3.844	3.969	4.100	4.234	4.373	4.516	4.664	4.817
9	Kebutuhan air maksimum	0.505	0.522	0.539	0.557	0.575	0.594	0.613	0.633	0.654	0.676	0.698	0.721	0.744	0.769	0.794	0.820	0.847	0.875	0.903	0.933	0.963
10	Kebutuhan jam puncak	3.033	3.132	3.235	3.341	3.451	3.564	3.680	3.801	3.926	4.054	4.187	4.324	4.466	4.612	4.763	4.919	5.081	5.247	5.419	5.597	5.780
11		3.488	3.602	3.720	3.842	3.968	4.098	4.232	4.371	4.514	4.662	4.815	4.973	5.136	5.304	5.478	5.657	5.843	6.034	6.232	6.436	6.647
		4.731	4.887	5.047	5.212	5.383	5.559	5.741	5.930	6.124	6.324	6.532	6.746	6.967	7.195	7.431	7.674	7.926	8.186	8.454	8.731	9.017



No	Uraian	Satuan	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
1	Jumlah Penduduk Total	Jiwa	3.033	3.125	3.217	3.308	3.400	3.492	3.584	3.675	3.767	3.859	3.951	4.042	4.134	4.226	4.318	4.409	4.501	4.593	4.685	4.776	4.868
2	Kebutuhan air untuk tiap 1 org/hari	lt/org/hari	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
3	Jumlah orang/rumah	Jiwa	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4	Kebutuhan air domestik	lt/hr	181,980	187,485	192,990	198,495	204,000	209,505	215,010	220,515	226,020	231,525	237,030	242,535	248,040	253,545	259,050	264,555	270,060	275,565	281,070	286,575	292,080
		lt/dt	2.106	2.170	2.234	2.297	2.361	2.425	2.489	2.552	2.616	2.680	2.743	2.807	2.871	2.935	2.998	3.062	3.126	3.189	3.253	3.317	3.381
6	Kebutuhan air non domestik	lt/dt	0.316	0.325	0.335	0.345	0.354	0.364	0.373	0.383	0.392	0.402	0.412	0.421	0.431	0.440	0.450	0.459	0.469	0.478	0.488	0.498	0.507
7	Kebutuhan air total	lt/dt	2.422	2.495	2.569	2.642	2.715	2.789	2.862	2.935	3.008	3.082	3.155	3.228	3.301	3.375	3.448	3.521	3.595	3.668	3.741	3.814	3.888
8	Kehilangan air	lt/dt	0.484	0.499	0.514	0.528	0.543	0.558	0.572	0.587	0.602	0.616	0.631	0.646	0.660	0.675	0.690	0.704	0.719	0.734	0.748	0.763	0.778
9	Kebutuhan air rata-rata	lt/dt	2.907	2.995	3.082	3.170	3.258	3.346	3.434	3.522	3.610	3.698	3.786	3.874	3.962	4.050	4.138	4.226	4.313	4.401	4.489	4.577	4.665
10	Kebutuhan air maksimum	lt/dt	3.343	3.444	3.545	3.646	3.747	3.848	3.949	4.050	4.152	4.253	4.354	4.455	4.556	4.657	4.758	4.859	4.960	5.062	5.163	5.264	5.365
11	Kebutuhan jam puncak	lt/dt	4.534	4.672	4.809	4.946	5.083	5.220	5.357	5.494	5.632	5.769	5.906	6.043	6.180	6.317	6.455	6.592	6.729	6.866	7.003	7.140	7.278



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN**

Alamat kantor: Jl.Sultan Alauddin NO.259 Makassar 90221 Tlp.(0411) 866972,881593, Fax.(0411) 865588

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

**UPT Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar,
Menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut namanya di bawah ini:**

Nama : Ade Fajar sidiq

Nim : 105811107620

Program Studi : Teknik Sipil Pengairan

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	9 %	10 %
2	Bab 2	21 %	25 %
3	Bab 3	7 %	10 %
4	Bab 4	9 %	10 %
5	Bab 5	0 %	10 %

Dinyatakan telah lulus cek plagiat yang diadakan oleh UPT- Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar Menggunakan Aplikasi Turnitin.

Demikian surat keterangan ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 28 Januari 2025

Mengetahui

Kepala UPT- Perpustakaan dan Penerbitan,



Nurhidayah S. Hanik, M.I.P

021334 964 591

Bab I Ade Fajar sidiq 105811107620

by Tahap Tutup



Submission date: 30-Jan-2025 08:45AM (UTC+0700)

Submission ID: 2574908813

File name: BAB_I_-_2025-01-30T084326.474.docx (19.28K)

Page count: 548

Word count: 3609

Ab I Ade Fajar sidiq 105811107620

ORIGINALITY REPORT

0%
SIMILARITY INDEX



0%
PUBLICATIONS

0%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES



etheses.iainponorogo.ac.id
Internet Source

4%

docobook.com
Internet Source

2%

gudangmakalah.blogspot.com
Internet Source

2%

idr.uin-antasari.ac.id
Internet Source

2%

Include quotes Off

Include bibliography Off

Exclude matches < 2%



Bab II Ade Fajar sidiq 105811107620

by Tahap Tutup



Ission date: 30-Jan-2025 08:55AM (UTC+0700)

Ission ID: 2574915718

File name: BAB_II_-_2025-01-30T084327.460.docx (301.06K)

Page count: 3212

Character count: 19664

ORIGINALITY REPORT

24%
SIMILARITY INDEX



11%
PUBLICATIONS

14%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

repository.ub.ac.id Internet Source	5%
ejurnal.untag-smd.ac.id Internet Source	4%
www.scribd.com Internet Source	3%
www.slideshare.net Internet Source	3%
es.scribd.com Internet Source	2%
repository.ummat.ac.id Internet Source	2%
Submitted to Universitas Muhammadiyah Buton Student Paper	2%
eprints.umm.ac.id Internet Source	2%
text-id.123dok.com Internet Source	2%

Bab III Ade Fajar sidiq 105811107620

by Tahap Tutup



Created on: 30-Jan-2025 08:57AM (UTC+0700)

File ID: 2574916686

File Name: BAB_III_-_2025-01-30T084326.846.docx (406.42K)

Page Count: 650

Word Count: 3766

ORIGINALITY REPORT

7%	9%	4%	4%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS



PRIMARY SOURCES

1	123dok.com Internet Source	4%
2	id.123dok.com Internet Source	2%

Exclude quotes Off
Exclude bibliography Off

Exclude matches < 2%



Bab IV Ade Fajar Sidiq

105811107620

by Tahap Tutup



Ission date: 23-Jan-2025 12:55PM (UTC+0700)

Ission ID: 2569620985

ame: BAB_IV_-_2025-01-23T124832.602.docx (1.22M)

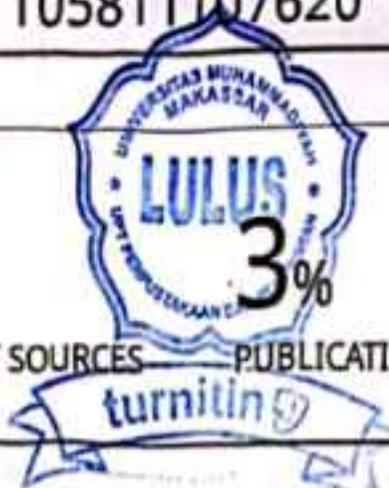
count: 3615

cter count: 19541

b IV Ade Fajar Sidiq 105811107620

ORIGINALITY REPORT

%	9%	3%	3%
CLARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS



PRIMARY SOURCES

repository.its.ac.id

Internet Source

5%

docplayer.info

Internet Source

2%

repository.ub.ac.id

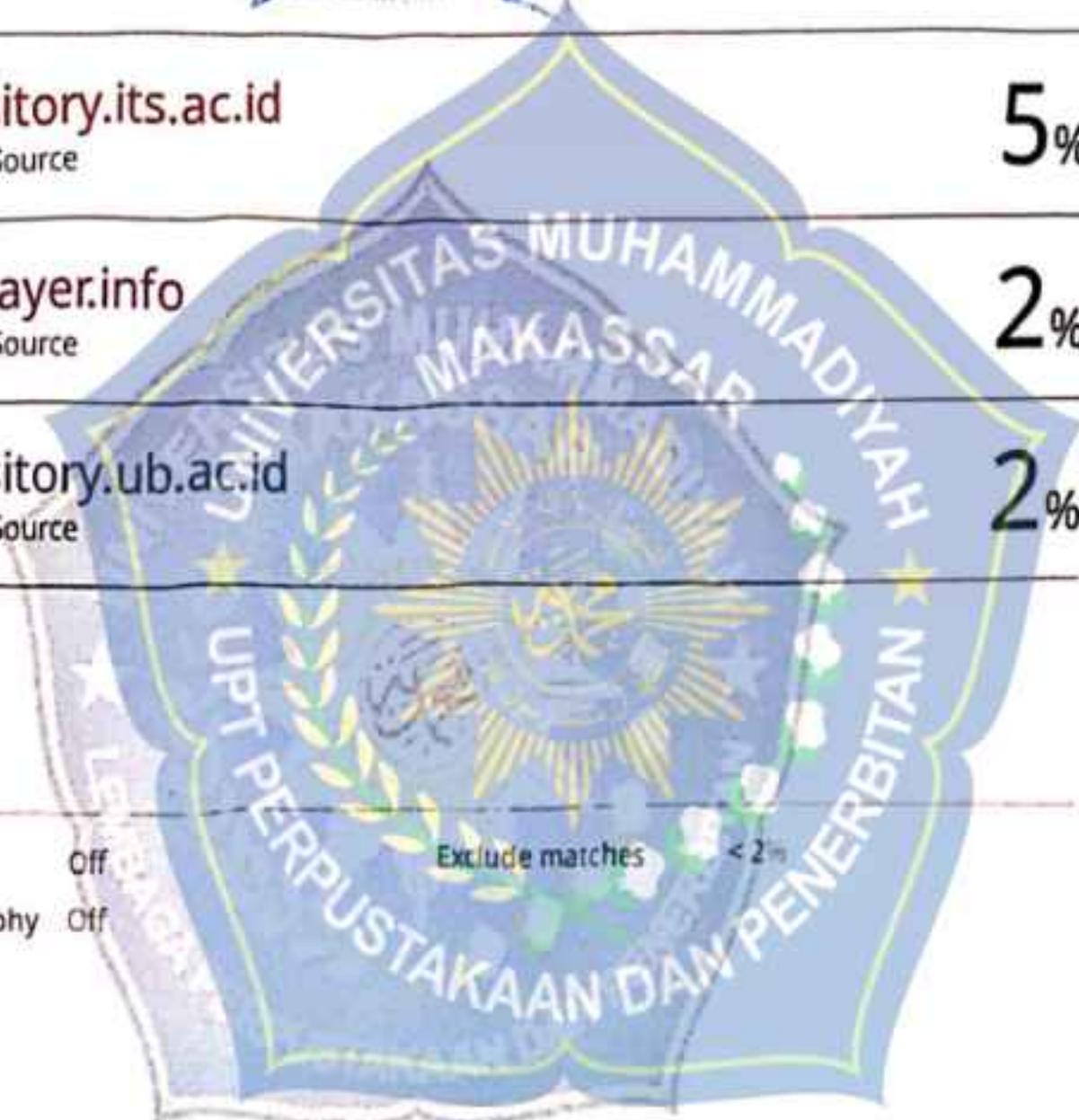
Internet Source

2%

Exclude quotes Off

Exclude bibliography Off

Exclude matches < 2%



Bab V Ade Fajar sidiq 105811107620

by Tahap Tutup



mission date: 30-Jan-2025 08:57AM (UTC+0700)

mission ID: 2574917315

name: BAB_V_-_2025-01-30T084326.709.docx (14.84K)

page count: 147

character count: 850

ab V Ade Fajar sidiq 105811107620

ORIGINALITY REPORT

0%
SIMILARITY INDEX



0%
INTERNET SOURCES

0%
PUBLICATIONS

0%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

Exclude quotes Off

Exclude bibliography Off

Exclude matches Off

