SKRIPSI

ANALISIS JARINGAN PERPIPAAN AIR BERSIH DI KELURAHAN TALLO MENGGUNAKAN SOFTWARE EPANET 2.0.

Oleh :

SUHARDIN

105 81 11038 16

PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2023

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK
GEDUNG MENARA IQRA LT. 3
Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221
Website : www.unismuh.ac.id, e-mail : unismuh@gmail.com
Website : http://teknik.unismuh.makassar.ac.id

بسم الله الرحمن الرحيم

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Suhardin** dengan Nomor Induk Mahasiswa **105 81 11038 16**, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : **0009/SK-Y/22201/091004/2023**, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Rabu tanggal 23 Agustus 2023.

Makassar, 07 Shafar 1445 H
24 Agustus 2023 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum
   a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar
      Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag : .....
   b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
      Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, ST., MT. : .....
2. Penguji :
   a. Ketua : Dr. Ir. Muh. Yunus Ali, ST., MT., IPM : .....
   b. Sekertaris : Indriyanti, ST., MT : .....
3. Anggota : 1. Dr. Ir. Andi Makbul Syamsuri, S.T., M.T., IPM : .....
   2. Ir. Muhammad Syafa'at S Kuba, S.T., M.T : .....
   3. Ir. M. Agusalim, S.T., M.T : .....

Mengetahui:

Pembimbing I

Mahmuddin, S.T., M.T., IPM

Pembimbing II

Muh . Amir Zainuddin, S.T., M.T.,IPM

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM
NBM : 759 108

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK
GEDUNG MENARA IQRA LT. 3
Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221
Website : www.unismuh.ac.id, e-mail : unismuh@gmail.com
Website : http://teknik.unismuh.makassar.ac.id

Kampus Merdeka
INDONESIA JAYA

بسم الله الرحمن الرحيم

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir ini di ajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **ANALISIS JARINGAN PERPIPAAN AIR BERSIH DIKELURAHAN TALLO MENGGUNAKAN *SOFTWARE* EPANET 2.0**

Nama : SUHARDIN

No. Stambuk : 105 81 11038 16

Makassar, 24 Agustus 2023

Telah Diperiksa dan Disetujui

Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Mahmuddin, ST., MT., IPM	**Muh Amir Zainuddin,ST., MT.,IPM**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Pengairan

Ir. M. Agusalim, ST., MT
NBM : 947 993

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
LEMBAGA PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

ANALISIS JARINGAN PERPIPAAN AIR BERSIH DI KELURAHAN TALLO MENGGUNAKAN SOFTWARE EPANET 2.0.

[1]Mahmuddin , [2]Muh. Amir Zainuddin, [3]Suhardin
[1,2]Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Makassar
[1,2]Jalan Sultan Alauddin No .259 ,Makassar Sulawesi Selatan Indonesia
Email : [3]ardhin202@gmail.com

JTEKSIL

Kata Kunci :

Air, Air Bersih, Epanet

Abstrak

Air bersih merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi sangat penting oleh setiap makhluk hidup, terutama bagi kehidupan manusia. Kelurahan Tallo sehubung dengan penelitian ini yang berada di KecamatanTallo, Kota Makassar dengan luas wilayah 0,61 km2, jumlah penduduk Kelurahan Tallo sebanyak 8.286 jiwa, yang terdiri atas 4.132 jiwa laki- laki dan 4.154 jiwa perempuan. Kelurahan Tallo sudah memiliki jaringan pipa yang sudah dibuat sejak lama dan saat ini untuk jaringan pipa air bersih dikelola oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Tetapi tidak semua warga mendapatkan air bersih dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) tersebut. Untuk perencanaan yang baik sangat penting untuk mengoptimalkan distribusi air bersih, yang harus mencakup survei atau peninjauan lokasi, definisi instalasi/distribusi air bersih, perhitungan teknik, dan gambar kerja. Hasil perhitungan yang telah dilakukan maka dapat di simpulkan bahwa: Kebutuhan air bersih Domestik dan Non Domestik didapatkan pada tahun 2023 berkisar 8,454 lt /dt ,sedangkan pada tahun 2043 berkisar 23, 3898 lt/dt. Hasil perhitungan proyeksi jumlah penduduk pada tahun 2043 sebesar 16.411 jiwa, proyeksi jumlah pelanggan sebesar 3.612 SR, dan berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan air rata-rata pada tahun 2043 sebesar 28,067 lt/dt, kebutuhan harian maksimum sebesar 30,874 lt/dt, kebutuhan pada jam puncak sebesar 46,311 lt/dt.

.

Abstract

Clean water is one of the natural resources that has a very important function for every living thing, especially for human life. Tallo is located in the district of Tallo, Makassar City with an area of 0.61 km2, the total population of the Tallo district is 8.286 people, which consists of 4.132 men and 4.154 women. Kelurahan Tallo already has a pipe network that has been made for a long time and nowadays for the clean water pipeline network managed by the Drinking Water District Company (PDAM). But not all citizens get clean water from the Drinking Water District Company (PDAM). For good planning it is essential to optimize clean water distribution, which should include surveys or location reviews, definitions of clean water installation/distribution, technical calculations, and work drawings. The calculations that have been made can then be concluded that: Domestic and non-domestic clean water needs obtained in 2023 ranging from 8,454 lt / dc, while in 2043 ranging 23,3898 lt/ dc. The estimated population in 2043 was 16,411 people, the estimated number of customers was 3,612 SR. Based on the calculation of the average water requirement for 2043 of 28,067 lt/dt, the maximum daily requirement was 30,874 lt/gt, the need at peak hours was 46,311 lt /dt.

Keywords:

Water, Clean Water, Epanet.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **"Analisis Jaringan Perpipaan Air Bersih Di Kelurahan Tallo Menggunakan Software Epanet 2.0."** guna memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik program studi Teknik Pengairan pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan tugas Skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof Dr. H Ambo Asse M.Ag. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar
2. Ibu Dr. Ir. Hj. Nurnawati, ST., MT., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak Ir. M. Agusalim, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Pengairan Dan Ibu Kasmawati, ST., MT. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak Ir. Mahmuddin, ST.,MT.,IPM. selaku Dosen Pembimbing I Dan Bapak Ir. Muh. Amir Zainuddin, ST., MT., IPM. selaku Dosen Pembimbing II dalam penyusunan Skripsi ini.
5. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen dan Staf Akademik Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

6. Terima kasih juga kepada Para Sahabat yang telah membantu kami untuk menyelesaikan penyusunan skripi kami.
7. Terkhusus penulis ucapkan terima kasih kepada Kedua orang tua kami tercinta, yang telah mencurahkan seluruh cinta, kasih sayang yang hingga kapanpun penulis takkan bisa membalasnya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Billahi Fii Sabili Haq Fastabikul Khaerat.

Wassalamu alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Makassar, 24 Juli 2023

Penulis

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
LEMBAGA PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR 1

DAFTAR ISI 3

BAB I PENDAHULUAN 5

A. Latar Belakang 5

B. Rumusan Masalah 8

C. Tujuan Penelitian 8

D. Manfaat Penelitian 8

E. Batasan Masalah 9

F. Sistematika penulisan 9

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 11

A. Air Bersih 11

B. Kebutuhan Air 11

C. Proyeksi Pertumbuhan Jumlah Penduduk 17

D. Uji Kesesuaian Metode Proyeksi 19

E. Kehilangan Air atau Kebocoran Air 21

F. Kriteria Perencanaan 22

G. Persyaratan Tekanan Air 26

H. Reservoir 27

I. Analisis Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih 29

J. Penggunaan Program Aplikasi Epanet 2.0 30

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 36

A. Lokasi dan Waktu Penelitian 36

B. Alat yang Digunakan dalam Penelitian 36

C. Jenis Penelitian dan Sumber Data 37

D. Variabel Penelitian 37

E. Tahap Analisis 38

F. Prosedur penelitian 38

G. Bagan Alir penelitian 40

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAAN 41

A. Proyeksi pertumbuhan penduduk 41

B. Uji Kesesuaian metode proyeksi 43

C. Proyeksi Jumlah Penduduk 47

D. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih 51

E. Karakteristik jaringan pada Kondisi Eksisting 55

F. Analisa Jaringan Dengan Program Epanet 57

G. Keluaran Data (Output) 66

H. Hasil Perbandingan 76

BAB V PENUTUP 82

A. Kesimpulan 82

B. Saran 82

DAFTAR PUSTAKA 83

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air bersih merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi sangat penting oleh setiap makhluk hidup, terutama bagi kehidupan manusia. Seseorang tidak dapat bertahan hidup tanpa air. Kegunaan air dapat meliputi seluruh aspek kehidupan manusia, sehingga merupakan modal besar dasar dan faktor utama pembangunan .

Penyediaan air bersih untuk masyarakat mempunyai peranan dalam meningatkan kesehatan lingkungan atau masyarakat ,yakni mempunyai peranan dalam menurunkan angka penyakit, khususnya yang berhubungan dengan air ,dan berperan dalam pelayanan air bersih untuk masyarakat.

Persoalan air bersih yang terjadi sekarang dalah berkurangnya ketersediaan air bersih itu dari hari ke hari .Kebutuhan air pada suatu daerah akan meningkat seiring dengan perkembangan wilayah dan pertumbuhan jumlah penduduk. Aktifitas penduduk dalam memenuhi kebutuhannya erat kaitannya dengan kebutuhan akan air bersih. Dengan meningkatnya standar hidup masyarakat, demikian pula kebutuhan akan air meningkat (Syahrani dan Simanungkalit, 2017).

Ketersediaan air bersih merupakan permasalahan yang sering kita jumpai di kota besar,salah satu masalah yang dihadapi sampai saat ini yakni masih rendahnya tingkat pelayanan air bersih untuk masyarakat belum terpenuhui seara menyeluruh dan terpadu, Air bersih disediakan dari sumber kekonsumen melalui berbagai metode, termasuk langsung melalui pipa transmisi ke jaringan konsumen atau

melalui tangki penyimpanan. Kemudian didistribusikan melalui jaringan distribusi, yang tujuan utamanya adalah untuk memasok air bersih ke semua pelanggan. Perhatikan aspek kuantitas dan kualitas secara bersamaan (Lambe A.B, 1982).

Penyediaan air bersih merupakan hal yang sangat vital bagi kehidupan manusia, kebutuhan terhadap penyediaan dan palayanan air bersih dari waktu ke waktu semakin meningkat yang terkadang tidak bisa diimbangi oleh kemanpuan pelayanan ,peningkatan kebutuhan ini disebabkan oleh peningkatan jumlah penduduk,peningkatan derajat kehidupan warga serta perkembangan kota/ kawasan pelayanan.

Upaya pemenuhan kebutuhan air bersih dapat dilakukan dengan berbagai cara sesuai dengan sarana dan prasarana yang ada. Sistem penyediaan air bersih biasanya dilakukan dengan menggunakan jaringan perpipaan dan non perpipaan. Jaringan perpipaan dikelola oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) dan jaringan non perpipaan dikelola oleh masyarakat, perorangan dan kelompok (Sahbar, 2017).

Air bersih dikirim dari sumber ke konsumen menggunakan berbagai metode, seperti langsung melalui pipa transmisi ke jaringan konsumen atau melalui tangki penyimpanan, dan kemudian melalui jaringan distribusi sesuai dengan tugas utamanya memasok air bersih ke semua konsumen. Perhatikan faktor kuantitas dan kualitas secara bersamaan. Namun, dalam praktiknya, penggunaan air klien sering menurun atau tidak ada. Masalah tersebut muncul ketika distribusi tidak dapat berfungsi dengan baik karena faktor teknis maupun non teknis.

Berdasarkan uraian di atas, maka ketersedian air bersih sangat di perlukan dan harus sesuai karekteristik air guna menapai standar kualitas air bersih

Di Kelurahan Tallo sehubung dengan penelitian ini yang berada di KecamatanTallo, Kota Makassar dengan luas wilayah 0,61 km2, jumlah penduduk Kelurahan Tallo sebanyak 8.286 jiwa, yang terdiri atas 4.132jiwa laki- laki dan 4.154 jiwa perempuan. Kelurahan Tallo sudah memiliki jaringan pipa yang sudah dibuat sejak lama dan saat ini untuk jaringan pipa air bersih dikelola oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Tetapi tidak semua warga mendapatkan air bersih dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) tersebut. Kendala yang didapat di lokasi yaitu kebutuhan pipa dan air bersih yang kurang memadai . Untuk perencanaan yang baik sangat penting untuk mengoptimalkan distribusi air bersih, yang harus mencakup survei atau peninjauan lokasi, definisi instalasi/distribusi air bersih, perhitungan teknik, dan gambar kerja.

Dalam melakukan analisis jaringan perpipaan air bersih, dibutuhkan perangkat bantuan untuk mempermudah dalam melakukan analisis. Salah satu software yang mempermudah dalam melakukan analisis jaringan perpipaan air bersih adalah Epanet 2.0 dikarenakan tidak memerlukan spesifikasi komputer yang tinggi dan mudah didapatkan.

Berkaitan dengan permasalahan yang dihadapi di atas, peneliti tertarik mengangkat tugas akhir dengan judul **"Analisis Jaringan Perpipaan Air Bersih Di Kelurahan Tallo Menggunakan Software Epanet 2.0."**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan konteks ini, maka masalah dirumuskan sebagai berikut:

1) Bagaimana kebutuhan dan jumlah pelanggan air bersih dalam jangka waktu 20 tahun kedepan?
2) Bagaimana proyeksi dan distribusi jaringan pipa air bersih dalam jangka waktu 20 tahun kedepannya?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1) Untuk memprediksi besarnya kebutuhan Air bersih dan Jumlah pelanggan air bersih di Kelurahan Tallo dalam jangka 20 tahun kedepannya.
2) Untuk memprediksi proyeksi dan distribusi jaringan pipa air bersih dalam jangka waktu 20 tahun kedepannya .

D. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang dilakukan, maka manfaat dari penelitian ini adalah:

1) Memberikan Gambaran kondisi dan pendistribusian air bersih pada jaringan pipa dalam jangka waktu 20 tahun kedepan.
2) Dapat menjadi bahan pertimbangan atau rekomendasi bagi Instansi terkait, yakni PDAM Kota Makassar berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan.
3) Sebagai referensi penelitian ,khususnya permasalahan jaringan perpipaan air bersih .

E. Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat berjalan efektif dan mencapai tujuan yang telah ditetapkan, maka penelitian ini dibatasi pada:

1) Lokasi studi kasus berada di wilayah Kelurahan Tallo, Kota Makassar.
2) Analisis jaringan perpipaan air bersih di Kelurahan Tallo sampai 20 tahun ke depan.
3) Analisis kebutuhan air bersih meliputi kebutuhan domestik dan kebutuhan non domestik.
4) Merancang jaringan perpipaan air bersih menggunakan software Epanet 2.0.

F. Sistematika penulisan

Sistematika penulisan disusun sedemikian rupa sehingga terfokus pada tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini. Adapun sistematika penulisan yang ditulis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN : Dalam bab ini, berisi tentang latar belakang masalah penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian serta batasan penelitian dan sistematika penulisan. Bab ini menjelaskan masalah yang diamati, menjelaskan tujuan dan pentingnya hasil penelitian, ruang lingkup sebagai batasan dalam penulisan, serta sistematika tentang pengenalan isi per bab.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA : Bab ini memberikan gambaran atau penjelasan dari berbagai literature yang berkaitan dengan penelitian/pembahasan. Dan menjelaskan teori-teori yang relavan untuk penelitian dan memberikan informasi yang akan digunakan dalam perencanaan dan analisis masalah.

BAB III METODE PENELITIAN : Bab ini menjelaskan ruang lingkup penelitian, waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan penelitian, tahapan penelitian, dan bagan alur penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN : Bab ini berisi hasil penelitian tentang analisis kebutuhan air bersih dan pertumbuhan penduduk serta distribusi jaringan perpipaan dengan menggunakan software Epanet 2.0.

BAB V PENUTUP : Berisi kesimpulan dan saran tentang masalah penelitian dan tujuan yang telah dibahas pada bab sebelumnya. Jadi untuk penelitian lebih lanjut. ada pengembangan lokasi penelitian di masa mendatang.

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
LEMBAGA PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Air Bersih

Air adalah kebutuhan yang sangat penting bagi kehidupan manusia dalam sistem pengelolaan lingkungan dan air merupakan unsur lingkungan. Kebutuhan manusia akan selalu meningkat dari waktu ke waktu, bukan hanya karena bertambahnya jumlah penduduk, tetapi juga karena kebutuhan akan air yang semakin beragam (M. Daud Silalahi,2002).

Air bersih adalah air yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari dan kualitasnya memenuhui persyaratan kesehatan air bersih sesuai dengan peraturan perundang -undangan yang berlaku dan setelah dimasak dapat digunakan sebagai air minum. Salah satu batasanya adalah bahwa, air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan sistem penyediaan air minum. Persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan kualiatas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, biologi, dan radiologis yang tidak berpengaruh buruk terhadap konsumen (Ketentuan Umum Permenkes No.416/Menkes/PER/IX/1990. Dalam Modul Gambaran Umum Penyediaan dan Pengelolaan Air Minum Edisi Maret 2003).

B. Kebutuhan Air

Kebutuhan air adalah jumlah air yang digunakan untuk berbagai kegiatan masyarakat di suatu wilayah. Semakin padat jumlah penduduk dan semakin tinggi tingkat kegiatan akan menyebabkan semakin besarnya tingkat kebutuhan air ,Dalam hal ini kebutuhan air meliputi kegiatan rumah tangga (domestik), fasilitas umum termasuk perkantoran, pendidikan (non domestik), irigasi, peternakan,

industri dan kebutuhan air untuk pemeliharaan air. Menurut Dirjen Pekerjaan Umum Cipta Karya (1996), kebutuhan air domestik dihitung berdasarkan jumlah penduduk yang ada dan dikalikan dengan standar kebutuhan air (ditentukan berdasarkan jumlah penduduk yang ada dan dikalikan dengan standar kebutuhan air (ditentukan berdasarkan jumlah penduduk di Kelurahan Tallo), maka kebutuhan air di kelurahan tersebut dapat diketahui dengan mengalikan persentase standar kebutuhan air non domestik dengan kebutuhan air domestik yang dihitung.

Tabel 1 Pemakaian Air Rumah Tangga Sesuai Kategori Kota

No	Kategori Wilayah	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan Air (lt/orang/hari)
1	Kota Metropolitan	>1.000.000	190
2	Kota Besar	500 - 1.000.000	170
3	Kota Sedang	100.000 - 500.000	150
4	Kota Kecil	20.000 - 100.000	130
5	Kota Kecamatan	<20.000	100

Sumber : Departemen Pemuiman dan Prasarana Wilayah ,2022

Penggunaan air perkapita sangat bervariasi dari satu tempat ke tempat lain dan dipengaruhi oleh curah hujan ,perbedaan jumlah penduduk ,kemampuan ekonomi,tingat kesadaran masyarakat akan pentingnya menghemat air ,penggunaan air baik industri maupun komersial lainnya.

Tabel 2 Pemakaian Air Non Rumah Tangga

No	Non Rumah Tangga (fasilitas)	Kebutuhan Air (lt / hari)
1	Sekolah	100 lt/hari
2	Rumah Sakit	200 lt/hari

3	Puskesmas	(0,5-1)m3/unit/hari
4	Peribadatan	(0,5-2)m3/unit/hari
5	Kantor	(1-2)m3/unit/hari
6	Toko	(1-2)m3/unit/hari
7	Rumah Makan	1m3/unit/hari
8	Hotel /losmen	(100-150)m3/unit/hari
9	Pasar	(6-12)m3/unit/hari
10	Industri	(0,5-2)m3/unit/hari
11	Pelabuhan/Terminal	(10-20)m3/unit/hari
12	SPBU	(5-20)m3/unit/hari
13	Pertamanan	(25-3)m3/unit/hari

Sumber : SK-SNI Air Bersih

Tabel 3 Kategori Perencanaan Air Bersih

No	Uraian	Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Jiwa				
		<1.000.000	500.000 s.d 100.000	100.000 s.d 500.000	20.000 s.d 100.000	<20.000
		Metro	Besar	Sedang	Kecil	Desa
	1	2	3	4	5	6
1	Konsumsi unit sambungan rumah(SR) lter/orang /hari	190	170	150	130	100
2	Konsumsi unit hidran umum(HU) lter/orang /hari	30	30	30	30	30

3	Konsumsi unit Non Domestik lter/orang /hari(%)	20-30	20-31	20-32	20-33	20-34
4	Kehilangan Air(%)	20-30	20-31	20-32	20-33	20-34
5	Faktor Hari Maksimum	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
6	Faktor Jam Puncak	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
7	Jumlah Jiwa Per SR	6	6	6	6	6
8	Jumlah Jiwa Per HU	100	100	100	100-200	200
9	Sisa tekan di penyediaan distribusi (mka)	10	10	10	10	10
10	Jam operasi	24	24	24	24	24
11	Volume Resrvoir (% max day demand)	20	20	20	20	20
12	SR :HU	50;50 80;20	50;50 80;20	80;20	70;30	70;30
13	Cakupan Pelayanan	90	90	90	80	80

Sumber : Kriteria Perenana Ditjen Cipta Karya PU ,2000

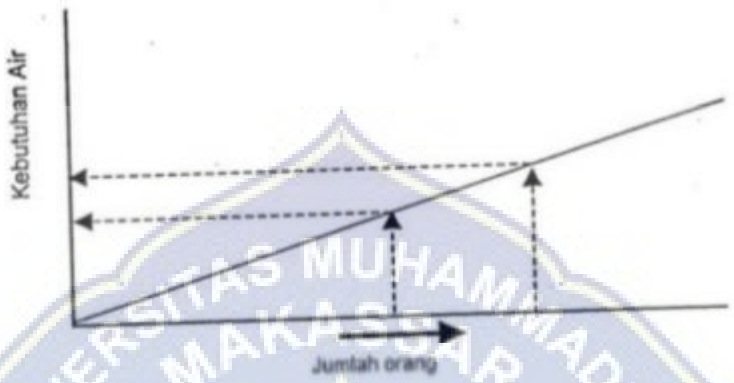
Jenis kebutuhan air bersih biasanya dibagi menjadi dua, yaitu:

1) Domestik

Kebutuhan air domestik, yaitu kebutuhan air yang digunakan di tempat tinggal pribadi untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti memasak, minum, mandi dan kebutuhan domestik lainnya. Satuan yang digunakan adalah liter/orang/hari.

Kebutuhan air domestik yang ditentukan oleh jumlah konsumen domestik yang dapat ditentukan dari data penduduk yang ada. Peningkatan kebutuhan air pada dasarnya ditentukan oleh kebiasaan hidup masyarakat setempat dan didukung oleh kondisi sosial ekonomi. Jadi, kita perlu mengetahui populasi masa depan agar dapat menentukan kebutuhan air di masa mendatang.

Dengan data ini kita dapat menghitung memperkirakan jumlah penduduk yang akan datang. Sehingga kita wisa mengetahui kebutuhan air di masa mendatang. Semakin besar jumlah penduduk, semakin besar pula kebutuhan air.



Gambar 1 Grafik Kebutuhan Air Domestik

Sumber: (Darmasetiawan ,M,2004, Teori dan Perencanaan Instalasi Pengelolahan Air, Ekamitra Engineering,Jakarta)

Untuk menentukan kebutuhan air minum di suatu wilayah, maka harus tersedia data penggunaan air yang dapat diterapkan untuk wilayah yang bersangkutan. Kebutuhan domestik akan air berbeda-beda dari satu kawasan ke kawasan yang lain, dipengaruhi :

a) Iklim, Kebutuhan air pada saat cuaca atau suhu tinggi cenderung meningkat dibandingkan dengan kebutuhan air pada saat cuaca atau suhu relatif lebih rendah.

b) Karakteristik Penduduk, penduduk yang berkarakter secara ekonomi kuat atau kaya maka penggunaan airnya jauh lebih besar dibandingkan dengan penduduk yang kurang mampu secara ekonomi.

c) Permasalahan Lingkungan Hidup, peningkatan permasalahan lingkungan hidup akhir-akhir ini mengakibatkan adanya penemuan-penemuan alat baru yang membuat penghematan penggunaan air sehingga jumlah kebutuhan akan air juga berubah.

d) Harga Air, dengan naiknya harga pemakaian air maka mendorong masyarakat untuk melakukan penghematan air.

e) Kualitas Air, peningkatan kualitas air mendorong orang untuk meningkatkan pemakaian airnya, tetapi sebaliknya penurunan kualitas air yang terjadi mengakibatkan keengganan penduduk untuk memakai air.

2) Non Domestik

Standar kebutuhan air non domestik adalah kebutuhan air bersih selain kebutuhan rumah tangga, dermasuk industri, komersial dan sarana penunjang termasuk kebutuhan perkantoran, rumah ibadah, instansi, dan fasilitas lainnya.

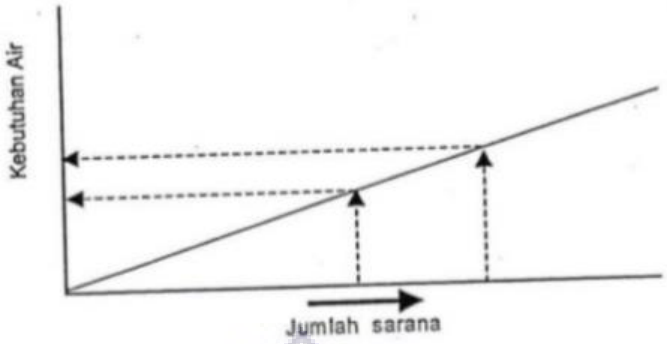
Standar kebutuhan air non domestik ditentukan oleh jumlah konsumen komersial, umum dan lainnya. Konsumsi non-domestik dibagi menjadi beberapa kategori, yaitu:

a) Umum, meliputi : tempat ibadah, rumah sakit, sekolah, terminal, kantor dan lain sebagainya.

b) Komersil, meliputi : hotel, pasar, pertokoan, rumah makan dan sebagainya.

c) Industri, meliputi : peternakan, industri dan sebagainya.

Semakin banyak jumlah sarana yang membutuhkan air, maka semakin besar pula kebutuhan akan air.



Gambar2 Grafik Kebutuhan Air Non Domestik

Sumber: (Darmasetiawan ,M,2004, Teori dan Perencanaan Instalasi Pengelolahan Air, Ekamitra Engineering,Jakarta)

C. Proyeksi Pertumbuhan Jumlah Penduduk

Kebutuhan air bersih akan meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk di masa mendatang. Ini membutuhkan perkiraan penduduk untuk tahun rencana. Sementara ramalan hanyalah prediksi, kebenarannya bersifat subjektif, yang tidak berarti tanpa pertimbangan dan metode.

Dalam perencanaan suatu sistem distribusi air bersih, diperlukan beberapa kriteria sebagai dasar perencanaan. Tujuan mengajukan beberapa kriteria perencanaan adalah untuk mencapai hasil perencanaan yang sesuai dan bersyarat untuk suatu wilayah perencanaan.

Untuk menentukan kebutuhan air bersih di masa depan, pertama-tama perlu mempertimbangkan situasi saat ini dan populasi masa depan yang diharapkan. Metode yang digunakan untuk memprediksikan jumlah penduduk di masa mendatang adalah :

1) Metode Geometrik

Untuk keperluan proyeksi penduduk, metode ini digunakan bila data jumlah penduduk menunjukkan peningkatan yang pesat dari waktu ke waktu, dengan persamaan (Muliakusumah, 2000)

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

Keterangan :

Pn = jumlah penduduk pada akhir tahun ke-n (jiwa)

P0 = jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa)

r = angka pertambahan penduduk tiap tahun (%)

n = jumlah tahun proyeksi (tahun)

2) Metode Aritmatika

Metode ini biasanya disebut juga dengan rata-rata hilang. Metode ini digunakan jika data periodik menunjukkan jumlah penambahan per tahun yang relatif sama. Hal ini terjadi di kota-kota dengan luas wilayah yang kecil. perkembangan ekonomi perkotaan yang rendah dan perkembangan kota yang tidak terlalu cepat. Dengan persamaan (Muliakusumah, 2000):

$$P_n = P_0\,(1 + r.n)$$

Keterangan :

Pn = jumlah penduduk pada akhir tahun ke-n (jiwa)

P0 = jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa)

r = angka pertambahan penduduk per tahun (%)

N = jumlah tahun proyeksi (tahun)

3) Metode Eksponensial

Proyeksi jumlah penduduk dengan metode eksponensial menggunakan persamaan berikut (Muliakusumah, 2000):.

$P_n = P_o.e^{r.n}$

Keterangan :

Pn = jumlah penduduk pada akhir tahun ke-n (jiwa)

P0 = jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa)

r = angka pertambahan penduduk (%)

n = periode tahun yang ditinjau (tahun)

e = bilangan logaritma natural (2,7182818)

D. Uji Kesesuaian Metode Proyeksi

1. Standar Deviasi

Untuk menentukan proyeksi jumlah penduduk yang paling mendekati kebenarannya, terlebih dahulu harus dihitung standar deviasi dari hasil perhitungan ketiga metode diatas dengan persamaan berikut (Soewarno, 1995).

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \overline{x})^2}{n-1}}$$

Dimana:

S = standar deviasi

Xi = nilai varian (proyeksi penduduk)

N = jumlah data

Standar deviasi menginformasikan tentang seberapa jauh bervariasinya data terhadap nilai rata-ratanya. Semakin besar nilai standar deviasi semakin bervariasi data (heterogen) dan sebaliknya. Jika nilai SD jauh lebih besar dibandingkan nilai mean, maka nilai mean merupakan representasi yang buruk dari keseluruhan data.

Sedangkan jika nilai SD sangat kecil dibandingkan nilai mean, maka nilai mean merupakan representasi yang baik yang dapat digunakan sebagai representasi dari keseluruhan data.

2. Koefisien Koreksi

Menurut Dayan dan Suwardjoko (1980), rumusan untuk menentukan besarnya koefien korelasi adalah sebagai berikut :

Koefisien korelasi :

$$r=\frac{n.\sum_{i=1}^{n} x_i.y_i - \sum_{i=1}^{n} x_i.\ \sum_{i=1}^{n} y_i}{\sqrt{(n.\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - (\sum_{i=1}^{n} x_i)^2).(n.\sum_{i=1}^{n} y_i^2 - (\sum_{i=1}^{n} y_i)^2)}}$$

Dengan:

r = Koefisien korelasi

n = jumlah data

X = jumlah penduduk setiap tahun dari tahun dasar

Y = jumlah penduduk tiap tahun hasil proyeksi

Nilai r merupakan nilai yang mendekati +1. Jika r = 0 atau mendekati harga 0. maka hubungan antara kedua perubah sangat lemah atau tidak terdapat hubungan sama sekali. Jika r = 1 atau mendekati 1, maka korelasi antara dua perubah dikatakan positif dan sangat kuat.

E. Kehilangan Air atau Kebocoran Air

Kehilangan air yang terjadi pada saluran primer, sekunder dan tersier akibat evaporasi, perkolasi, rembesan, kebocoran dan eksploitasi. Evaporasi, perkolasi. kebocoran, dan rembesan relatif mudah untuk diprediksi dan dapat dikontrol secara teliti. Sedangkan kehilangan akibat eksploitasi (faktor operasional) lebih sulit diperkirakan dan dikontrol tergantung pada bagaimana sikap tanggap petugas operasi dan masyarakat pengguna air (Sutrisno C.T. dkk, 1991).

Menurut Regina Ngagadas, 2014, kehilangan atau kebocoran air yang terjadi pada sistem jaringan distribusi air bersih dapat dibagi menjadi dua faktor, yaitu:

a) Kehilangan air akibat faktor teknis:
    1) Adanya lubang pada pipa atau sambungannya
    2) Pipa pada jaringan distribusi pecah
    3) Pemasangan pipa yang kurang baik

b) Kehilangan air akibat faktor non teknis:

1) Kesalahan pembacaan dan pencatatan meter air

2) Kesalahan pemindahan dan pembuatan rekening air

Kebocoran atau kehilangan air harus diperhitungkan saat memperkirakan kebutuhan air agar ridak mengurangi alokasi yang dihitung. Kebocoran atau kehilangan air adalah 20 - 40 %, dari kebutuhan domestik dan kebutuhan non domestik Kebocoran juga dapat diperhitungkan dengan air yang dijual, bukan air yang diproduksi

F. Kriteria Perencanaan

Perencanaan diperlukan untuk merencanakan sistem penyediaan air minum agar air selalu tersedia di daerah yang memenuhi persyaratan: keamanan, kualitas, dan pengurangan tekanan, termasuk jumlah air yang sampai ke konsumen. Secara umum, kriteria desain untuk merancang sistem penyediaan air minum adalah:

1) Analisa Hidraulika

Aliran dalam pipa atau aliran dimana seluruh penampang pipa diisi dengan air. Jika air mengalir melalui pipa, tetapi ada permukaan bebas di dalam pipa, aliran itu tidak termasuk dalam definisi aliran di dalam pipa.

2) Kehilangan Energi Utama (mayor)

Beberapa rumus empiris digunakan, masing -masing dengan keuntungan dan kerugian sendiri. Persamaan Darcy Weisbach umumnya digunakan paling banyak dalam aliran fluida. Untuk aliran viskositas yang relatif konstan, digunakan persamaan Haze Williams. Berikut ini menunjukkan dua persamaan:

a) Persamaan Darcy Weisbach

Persamaan matematis persamaan dacy weisbach ditulis sebagai:

$$hf = f\ \frac{L}{D}\frac{V^2}{2g} \quad (6)$$

Dimana:

hf = kehilangan energi atau tekanan mayor (m)

f = koefisien gesek (darcy weisbach)

L = panjang pipa (m)

G = percepatan gravitasi bumi (m/s2)

D = diameter pipa (m)

b) Persamaan Hazen Williams

Persamaan yang paling umum digunakan adalah persamaan HazenWilliams. Sangat cocok untuk menghitung kehilangan tekanan pipa dengan diameter lebih besar dari 100 mm. Selain itu, rumus ini sering digunakan karena mudah dipahami.

Persamaan Hazen-Williams secara empiris menyatakan bahwa kecepatan aliran dalam pipa sebanding dengan diameter pipa dengan kemiringan hidrolis (S), yang dinyatakan sebagai kehilangan tekanan (Ah) dibagi dengan panjang pipa(L).

$$S = \frac{\Delta h}{L}$$

Dimana:

S = kemiringan hidrolis

L = panjang pipa (m)

Δh = beda tinggi (m)

Selain itu, terdapat faktor C yang mewakili keadaan fisik pipa, seperti kehalusan dinding bagian dalam pipa, yang mewakili jenis pipa pada umurnya.

Secara umum, rumus Hazen Williams adalah:

Q = 0,2784 x C x $D^{2,63}$x $S^{0,54}$

Keterangan:

Q = debit air dalam pipa (m3/s)

C = 130 (Koefisien Hazen Williams)

D = diameter pipa (m)

S = kemiringan hidrolis

Dimana:

Apabila kehilangan tekanan atau HL yang akan dihitung maka digunakan persamaan berikut

$$Hl = (\frac{Q}{0,2785\ X\ C\ XD^{2,63}})^{1,85}$$

HI = kehilangan tekanan

Q = debit air dalam pipa (m3/s)

C = 130 (Koefisien Hazen Williams)

d = diameter pipa (m)

C adalah (Koefisien Hazen Williams) berbeda untuk berbagai jenis pipa High Density Poly Ethylene (HDPE) nilai C (Koefisien Hazen Wiliams) 130.

Tabel 3 Nilai C Hazen Willams Setiap Jenis Pipa

Jenis Pipa	Nilai C Perencanaan
Asbes Cement (ACP)	120
UPVC	120
Medium DPE	130
High HDPE	130
Ductile (DCIP)	110
Besi tulang (CIP)	110
GIP	110
Baja	110
Pre-streems (PSC)	120

Sumber : DPU Ditjen Cipta Karya ,1996

3) Kehilangan Energi Sekunder

Kehilangan energi lokal karena peningkatan penampang, pengurangan penampang, diafragma dan pembelokan pipa. Kehilangan energi minor dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$hf = k\,\frac{V^2}{2g}$$

Dimana:

Hf = kehilangan energi

K = kocfisien kehilangan minor

V = kecepatan

G gravitasi

Pada umumnya kehilangan tekanan ini jauh lebih kecil dibandingkan dengan kehilangan akibat gesekan pada pipa, sehingga kehilangan tekanan ini sering disebut dengan kehilangan minor atau minor loss (Dharmasetiawan,2004).

G. Persyaratan Tekanan Air

Menurut Hau'Oni (2011), tekanan air adalah gaya yang mendorong air ke dalam dinding/wadah yang memuatnya (dinding pipa, dinding bak atau tempat penyimpanan air). Oleh karena itu, tekanan diklasifikation dua jenis, yaitu tekanan statis/hidrostatik dan tekanan dinamis/hidrodinamik. Tekanan statis/hidrostatik adalah gaya air yang mendorong dinding pipa ketika semua kran ditutup (air tidak mengalir dalam pipa). Tekanan dinamis/hidrodinamika adalah gaya dorong yang diberikan oleh air pada dinding pipa pada saat kran dibuka (air mengalir dalam pipa).

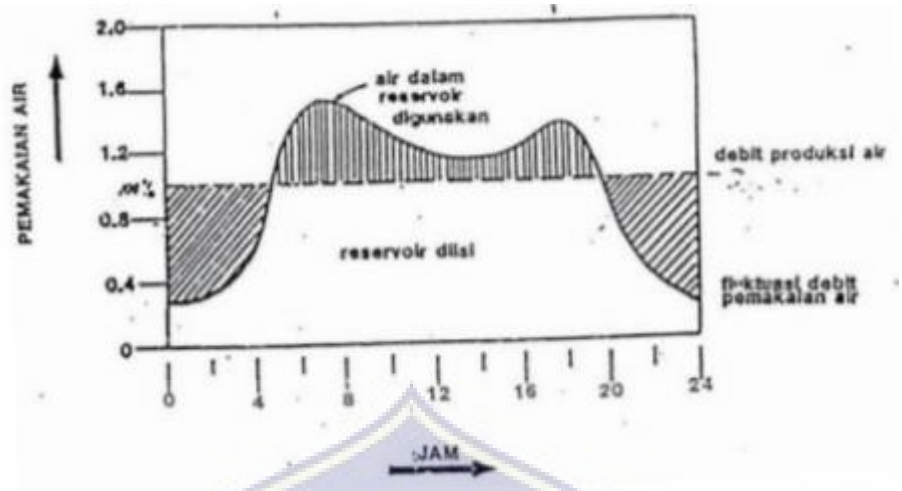
Konsumen perlu menghubungkan air dengan tekanan yang cukup, yaitu dapat disajikan dengan jumlah air yang diinginkan setiap saat. Untuk menjaga tekanan akhir pipa di seluruh area layanan, pada titik distribusi awal, diperlukan tekanan yang lebih tinggi untuk mengatasi kehilangan tekanan akibat gesekan, yang tergantung pada kecepatan aliran, jenis pipa, diameter pipa, dan jarak jalur pipa tersebut.

Dalam pendistribusian air, untuk menjangkau semua area pelayanan dan memaksimalkan tingkat pelayanan, tekanan air sisa harus diperhitungkan. Sisa tekanan air terendah adalah 5 mka (meter kolom air) atau 0,5 atm (satu atm = 10 m), dan tertinggi adalah 22 mka (setara dengan gedung 6 lantai).

Menurut standar DPU (Departemen Pekerjaan Umum), air mengalir ke konsumen melalui pipa transmisi dan distribusi yang dirancang untuk melayani konsumen hingga yang paling terjauh, dengan tekanan air minimum sebesar 10 atau 1 atm. Oleh karena itu, idealnya tekanan ini harus merata di setiap pipa distribusi. Jika tekanan terlalu tinggi akan menyebabkan pipa meledak dan merusak alat-alat pelambing tekanan. Tekanan tidak boleh terlalu rendah, karena jika tekanan terlalu rendah akan menyebabkan pencemaran air selama proses aliran pipa distribusi.

H. Reservoir

Reservoir adalah tempat penyimpanan air bersih, dalam sistem penyediaan air bersih. Biasanya reservoir ini dibutuhkan dalam sistem penyediaan air bersih yang melayani suatu kota. Pada saat yang sama, debit produksi air bersih tidak selalu sama dengan besarnya debit penggunaan air. Ketika jumlah produksi air bersih yang dihasilkan lebih besar dari jumlah air yang digunakan, kelebihan air disimpan sementara di dalam reservoir dan digunakan kembali untuk memenuhi kekurangan air ketika jumlah air bersih yang dihasilkan lebih sedikit dari jumlah air yang di gunakan.



Gambar 3 Pola Fluktuasi Pemakaian Air

Sumber: (Teori dan Perencanaan Instalasi Pengelolahan Air, Ekamitra Engineering,Jakarta 2004)

Apabila fluktuasi terjadi pada air, maka jumlah air di pipa distribusi juga berfluktuasi atau berubah-ubah. Sehingga akibat dari perubahan debit aliran pada distribusi tersebut sisa tekanan air pada pipa distribusi juga berubah.

Pada konsumsi air maksimum, tekanan air pada pipa distribusi akan berkurang, dan pada tekanan air pipa distribusi ini akan naik kembali pada saat pemakaian air minimum. Dengan menggunakan reservoir dapat dihitung bahwa tekanan air maksimum dan tekanan air minimum pada jaringan pipa distribusi selalu memenuhi syarat. Dengan perhitungan ini kita dapat menentukan posisi dan ketinggian reservoir relatif terhadap area distribusi.

Adapun fungsi utama dari reservoir yaitu

a) Untuk menambah tekanan air pada jaringan pipa distribusi
b) Tekanan air pada jaringan pipa distribusi relatif stabil
c) Untuk menyeimbangkan antara debit produksr dan debit pemakaian air

I. Analisis Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih

Analisis jaringan perpipaan harus dilakukan saat mengembangkan jaringan distribusi maupun saat merencanakan pembangunan jaringan perpipaan baru.

Sistem jaringan pipa dirancang untuk membawah suatu kecepatan aliran tertentu. Ukuran pipa tidak boleh melebihi ukuran yang dibutuhkan dan tekanan dalam sistem harus mencukupi. Dengan menganalisis jaringan pipa distribusi, dimungkinkan untuk menentukan ukuran atau dimensi pipa yang dibutuhkan berdasarkan tekanan minimum yang diizinkan untuk jumlah aliran yang terpenuhi. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam analisis jaringan perpipaan distribusi air bersih :

1) Peta distribusi beban, berupa peta tata guna lahan, kepadatan dan batas wilayah. Juga diperhitungkan dari kebutuhan/beban area pelayanan.
2) Daerah pelayanan utama. Ini juga merupakan titik pusat pelayanan (junction points).
3) Kerangka induk, pipa induk primer dan pipa induk sekunder.
4) Untuk sistem induk, ditentukan distribusi aliranya berdasarkan debit puncak.
5) Pendimensian (dimensioneerin). Dengan aliran debit yang diketahui, dan kecepatan aliran yang diizinkan, maka diameter pipa yang dibutuhkan dapat ditentukan.
6) Kontrol menggunakan prinsip keseimbangan energi. Kontrol atau analisa tekanan ini dapat dilakukan dengan sejumlah metode, yang disesuaikan dengan kerangka kerja distribusi.

7) Rincian sistem pelayanan (sistem distribusi mikro) dan perlengkapan distribusi (alat gambar).
8) Gambar keseluruhan sistem, berupa peta tata guna lahan, peta sebaran, kerangka peta, peta keseluruhan sistem, gambar detail sistem mikro.

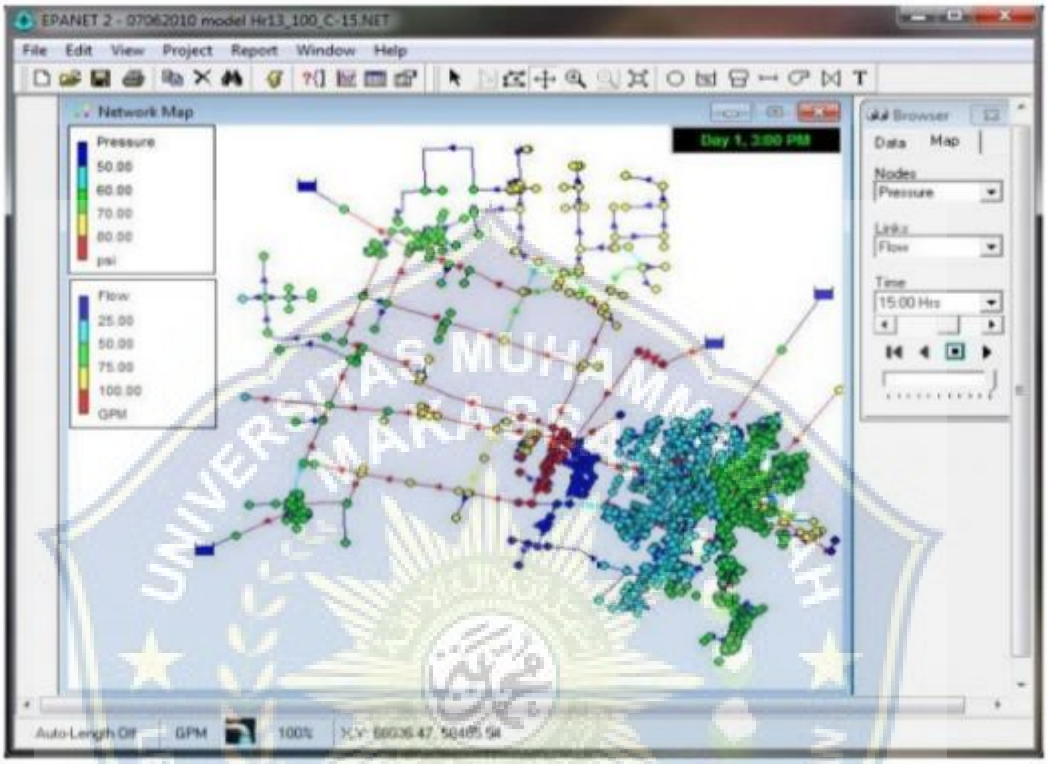
J. Penggunaan Program Aplikasi Epanet 2.0

1. Pengenalan Epanet 2.0

Pada awalnya, aplikasi jaringan distribusi hanya digunakan untuk melakukan desain awal sistem distribusi. Dengan aplikasi yang un-user friendly. operator enggan menggunakan aplikasi-aplikasi distribusi untuk menganalisis kondisi jaringan. Namun dengan perkembangan teknologi, aplikasi distribusi telah berkembang sehingga lebihmudah digunakan. Dengan aplikasi distribusi, operator dapat mensimulasikan berbagai kemungkinan pengoperasian jaringan tanpa harus berpindah dan bahkan tanpa harus mengganggu kesinambungan pelayanan terhadap pelanggan. Jika pada awalnya operator harus turun ke lapangan dan mengumpulkan data sebanyak-banyaknya untuk mendapatkan gambaran mengenai jaringan, kini operator hanya perlu turun ke lapangan untuk mengumpulkan data seminimal mungkin untuk memahami jaringan distribusinya.

Epanet adalah salah satu aplikasi distribusi yang mudah digunakan dan banyak digunakan untuk analisis jaringan sistem distribusi. Epanet 2.0 adalah program komputer yang menyediakan simulasi hidrolik dan kualitas air yang mengalir melalui pipa. Jaringan itu sendiri terdiri dari pipa, node (sambungan pipa), pompa, katub, dan tangki air atau reservoir: Epanet 2.0 mengeksplorasi aliran air di setiap

pipa, keadaan tekanan air di setiap titik, dan keadaan siklus aliran. Selain itu, usia air dan pelacakan sumber juga dapat diasumsikan.



Gambar 4 Pola Tampilan Epanet2.0

Epanet 2.0 dapat membantu dalam mengatur stategi untuk mengenali kualitas air dalam suatu sistem. Semua itu mencakup tentang penggunaan sumber alternatif dalam berbagai sumber dalam suatu sistem sebagai berikut :

1) Pompa pengganti dalam penjadwalan perencanaan atau pengosongan tangki.
2) Penggunaan treatment, misal khlorinasi pada tangki pipa.
3) Pembersihan pipa dan pengganti pipa tersebut.

Berjalan di lingkungan windows, Epanet 2.0 dapat diintegrasikan untuk melakukakn pengeditan dalam pemasukan data, menjalankan simulasi dan melihat

hasil yang dijalankan berbagai bentuk (format). Ini juga mencakup informasi penuh warna tentang peta. tabel data, grafik, serta gambar sketsa.

Lewis A. Rossman (2000), juga menjelaskan bahwa Epanet 2.0 dirancang sebagai alat untuk memperoleh dan memahami pergerakan dan nasib kandungan air minum dalam jaringan distribusi Dapat juga digunakan untuk analisis berbagai aplikasi jaringan distribusi Contoh desain, kalibrasi model hidrolik.

analisis sisi klorin, dan analisis pelanggan. Epanet 2.0 dapat membantu mengelola strategi untuk mencapai kualitas air dalam satu sistem.

Penggunaan aplikasi memudahkan untuk menganalisis kondisi pipa yang ada, sehingga membantu untuk peningkatan jaringan pipa air bersih yang ada.

Adapun kegunaan aplikasi Epanet 2.0 yaitu :

a) Dirancang sebagai alat untuk menentukan perkembangan dan pergerakan aliran air serta degradasi unsur kimia domestik yang ada dalam air pipa distribusi.
b) Dapat digunakan sebagai dasar untuk analisis dan berbagai jenis sistem distribusi, detail desain, model kalibrasi hidrolik, analisis sisa klorin dan berbagai faktor lainnya.
c) Dapat membantu mengidentifikasi sistem alternatif untuk managemen strategi dan distribusi air bersih.

2. Cara Penggunaan Aplikasi Epanet 2.0

Epanet versi 2.0 di design untuk lingkungan sistem operasi Windows 95/ 98/ NT yang kompatibel dengan PC IBM/Intel. Ini terdiri dari satu file, en2setup.exe, yang berisi program setup self extruction. Untuk menginstal Epanet 2.0 :

1) Pilih Run dari windows star menu
2) Masukkan full path dan nama file en2setup.exe atau klik tombol Browser untuk menyimpannya ke komputer anda
3) Klik tomnol Ok untuk memulai proses

Proses pemasangan akan meminta anda untuk memilih folder 19 untuk menempatkan file Epanet 2.0. Folder default adalah c:\program files\Epanet 2.0. Setelah file terinstal, di menu Start, akan ada menu baru Epanet 2.0 di menu Star. Untuk menghapus Epanet 2.0 dengan mudah, pilih item yang tidak aktif dari menu Start, lalu pilih Epanet 2.0 dari submenu yang muncul. (Nama file ekekusi dari Epanet 2.0 dibawah windows adalah epanet2.0.exe)

Atau, jika ingin menghapus Epanet 2.0 dari komputer, dapat mengikuti prosedur berikut:

a) Pilih setting dari start menu
b) Pilih Control Panel dari setting menu
c) Klik ganda pada add / remove program sistem
d) Pilih Epanet 2.0 dari daftar program yang muncul
e) Klik tombol add / remove

3. Kemampuan Model Hidrolis

Menurut Rossman (2000:9) fasilitas yang lengkap dan pemodelan hidrolik yang akurat merupakan salah satu langkah efektif dalam membuat model drainase dan kualitas air. Epanet 2.0 adalah alat bantu analisis hidrolik yang mencakup banyak fitur kemampuannya. Seperti halnya dapat melakukan simulasi jangka panjang dari perilaku kualitas air dan hidrolik dalam jaringan pipa bertekanan. yang terdiri dari pipa, node (persimpangan), pompa. katup. tangki penyimpanan. dan reservoir serta dapat digunakan untuk melacak aliran air di setiap pipa. tekanan di setiap node, ketinggian air di setiap tangki, konsentrasi kimiawi, usia air, dan penelusuran sumber di seluruh jaringan selama periode simulasi.

Berikut adalah kemampuan pemodelan hidrolik pada software Epanet 2.0 :

1) Kemampuan untuk menggunakan kebutuhan yang bergantung pada tekanan dalam analisis hidraulik.
2) Kemampuan analisa yang tidak terbatas pada penempatan jaringan.
3) Menghitung gesekan headloss menggunakan rumus Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, atau Chezy-Manning.
4) Model kecepatan pompa yang konstan atau variabel pompa.
5) Menghitung energi dan biaya pompa.
6) Pemodelan variasi tipe dari valve termasuk sakelar, pengatur tekanan, dan valve, kontrol aliran.
7) Tersedia tangki dengan berbagai bentuk (diameter yang bervariasi terhadap ketinggiannya).

8) Memungkinkan untuk masukkan beberapa kategori kebutuhan (demand) ganda pada node, masing-masing dengan pola tersendiri yang berdasarkan variasi waktu.

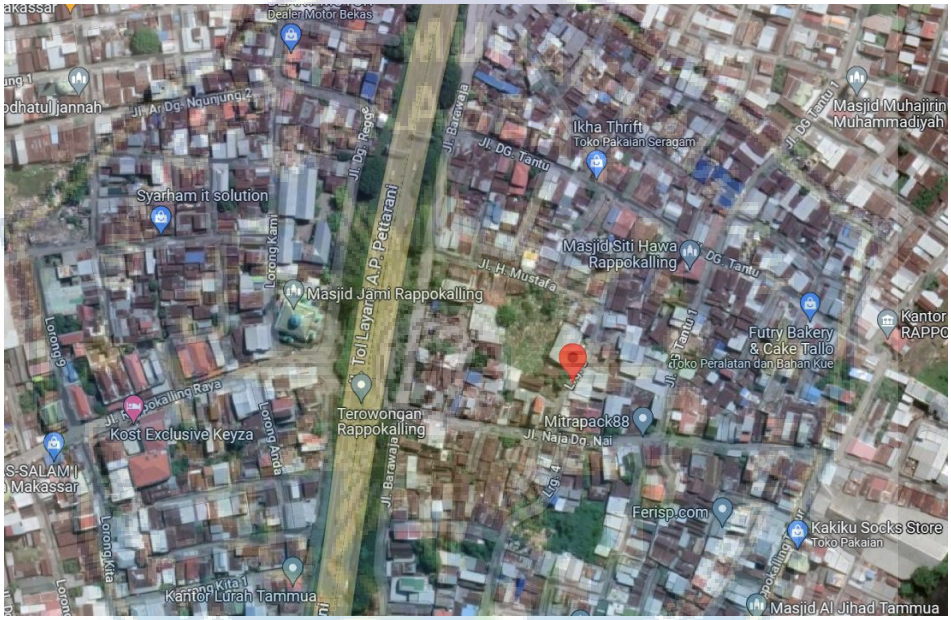
9) Model aliran tergantung tekanan yang keluar dari emitor (kepala sprinkler).

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
LEMBAGA PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini penulis mengambil lokasi di Kelurahan Tallo, Kecamatan Tallo, Kota Makassar yang mempunyai letak geografis 5°07'33.2" LS dan 119°26"33 0" BT. Dengan luas wilayah 0.61 km2, jumlah penduduk kel Tallo sebanyak 8.286 jiwa, Penelitian dilakukan selama 1 bulan.



Gambar 5 Peta Lokasi Penelitian

Sumber : (www.googlemaps.com)

B. Alat yang Digunakan dalam Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah meteran, laptop dan software Epanet 2.0.

C. Jenis Penelitian dan Sumber Data

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam analisis jaringan perpipaan air bersih di Kelurahan Tallo adalah jenis penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk membuat gambar atau deskriptif tentang suatu keadaan secara objektif yang menggunakan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut serta penampilan dan hasilnya.

2. Sumber Data

Jenis sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Data Sekunder. Data sekunder adalah data yang diambil melalui perentara atau pihak yang telah mengumpulkan data tersebut sebelumnya. Data sekunder ini didapat dari instansi terkait yaitu PDAM Kota Makassar dan lokasi yang mendukung kegiatan tersebut. Data sekunder yang digunakan adalah:

1) Jenis - jenis dan diameter pipa, jenis pipa yang digunakan di lokasi penelitian.
2) Jumlah Pelanggan (SR)
3) Jumlah Penduduk
4) Peta Jaringan Pipa
5) Volume reservoir

D. Variabel Penelitian

1. Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah proyeksi jumlah penduduk, kebutuhan air bersih, data reservoir, pipa dan junction.

2. Definisi Operasional Variabel

a) Proyeksi jumlah penduduk di kelurahan Tallo dalam jangka waktu 20 tahun kedepan

b) Kebutuhan air bersih untuk daerah kelurahan Tallo

c) Data reservior, pipa dan junction adalah data-data yang di butuhkan untuk menganalisa jaringan perpipaan menggunakan software Epanet 2.0

E. Tahap Analisis

Analisis data dibagi menjadi tiga yaitu:

1) Analisis Proyeksi Jumlah Penduduk

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk menggunakan metode geometri, metode aritmatika dan metode eksponensial.

2) Analisis Kebutuhan Air Bersih

Jumlah air yang digunakan untuk berbagai kegiatan masyarakat di kelurahan Tallo yaitu meliputi kebutuhan air domestik dan non domestik yang dihitung berdasarkan jumlah penduduk yang ada.

3) Analisis dengan Program Epanet

Nilai setiap input akan dimasukkan dalam analisis hidrolik menggunakan software Epanet 2.0

F. Prosedur penelitian

1) Melakukan studi literatur dan survei lokasi untuk mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan studi penelitian ini

2) Melakukan Pengambilan data yang sesuai dengan penelitian.

3) Menghitung jumlah penduduk di wilayah kelurahan Tallo.

4) Menghitung kebutuhan air

5) Melakukan analisis dengan program Epanet 2.0. Adapun tahapan dalam analisis program Epanet 2.0 adalah sebagai berikut:

a) Memilih dimensi yang digunakan yaitu meter, serta memilih Headloss Formula yaitu Hazen-Williams

b) Menggambar peta jaringan pipa

c) Masukkan data reservoir, panjang pipa dan junction sesuai kondisi di lapanga

d) Melakukan simulasi dengan perintah Run Analysis

e) Setelah itu maka didapat hasil yaitu flow, headloss dan. gambaran visual

G. Bagan Alir penelitian

Gambar 6 Bagan Alir Peneliti

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Perhitungan proyeksi jumlah penduduk merupakan dasar dari analisa kebutuhan air bersih. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk menghitung jumlah penduduk antara lain metode Geometrik, Aritmatik dan Eksponensial. Sebelum perhitungan dengan metode tersebut, perlu diketahui data pertumbuhan. Berikut merupakan data pertumbuhan penduduk pada kelurahan Tallo.

Tabel 4 Data Pertumbuhan penduduk

Tahun	Jumlah Penduduk	Pertumbuhan Penduduk	
	Jiwa	Jiwa	%
2014	6.280		
2015	6.458	178	2,834
2016	6.647	189	2,927
2017	6.840	193	2,904
2018	7.070	230	3,363
2019	7.230	160	2,263
2020	7.412	182	2,517
2021	7.578	175	2,361
2022	7.830	243	3,203
2023	8.286	456	5,824
		223	3,133

Berdasarkan data pertumbuhan penduduk, dilakukan perhitungan kembali mulai tahun 2014 hingga tahun 2023 yang disebut dengan perhitungan mundur. Nilai angka pertumbuhan penduduk adalah 3,133%. Berikut merupakan perhitungannya dengan dengan tiga metode proyeksi penduduk.

Diketahui data berikut:

a) Angka Pertumbuhan Penduduk (r) = 3,133%

b) Tahun Proyeksi (n) = 9

c) Jumlah penduduk pada tahun akhir tahun (PR) = 8.286 jiwa

d) Angka eksponensial =2,718

Dari data tersebut, selanjutnya dapat dianalisa sebagai berikut .

1 Metode Geometrik

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

$P_{2015} = 8286\ (1+0{,}0313)^9$

$= 8.286 \times 1{,}031$

$= 6.477$

2 Metode Aritmatika

$P_n = Po(1+ r.n)$

$P_{2015} = 8.286\ (1+0{,}0313 \times 9)$

$= 8286 \times 1{,}0313 \times 9$

$= 6.477$

3 Metode Eksponensial

$P_n = po.\ e^{r.n}$

$P_{2015} = 8.286(2{,}718)^{0{,}0313 \times 9}$

=8.286x1,278

=6.480

Tabel 5 Hasil Perhitungan Proyeksi Pertumbuhan penduduk

Tahun	Jumlah Penduduk	Jumlah Penduduk (Metode)		
	Jiwa	Goemetrik	Aritmatika	Eksponensial
2014	6.280	6.280	6.280	6.280
2015	6.458	6.477	6.477	6.480
2016	6.647	6.680	6.637	6.686
2017	6.840	6.889	6.870	6.899
2018	7.070	7.105	7.067	7.118
2019	7.230	7.327	7.264	7.345
2020	7.412	7.557	7.460	7.579
2021	7.578	7.794	7.657	7.820
2022	7.830	8.038	7.854	8.068
2023	8.286	8.290	8.051	8.325
Jumlah	71.640	72.435	71.653	72.600

Dalam menentukan metode proyeksi penduduk yang mendekati kebenaran harus dilakukan uji kesesuaian proyeksi berdasrkan standar deviasi dan koefisien korelasi.Berikut merupakan perhitungan uji kesesuaian proyeksi penduduk dengan menggunakan metode aritmatika.

B. Uji Kesesuaian Metode Proyeksi

1.Standar Deviasi

Standar deviasi dihitung dengan persamaan berikut.

- $S=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_I-\bar{X})^2}{n-1}}$

$\bar{X}$ merupakan nilai rata- rata jumlah penduduk metode aritmatika yang didapat dengan cara :

$\bar{X}=\frac{\sum penduduk}{Tahun}$

$\bar{X}$=71.653/10

=7.165

Hasil dari tersebut ,selanjutnya dapat ditabelkan sebagai berikut.

Tabel 6 Perhitungan Standar Deviasi Proyeksi penduduk

Tahun	Jumlah Penduduk Metode Aritmatika (x)	Rata-rata Penduduk $\bar{X}$	(X-$\bar{X}$)	$((X-\bar{X}))^2$
	Jiwa	Jiwa		
2014	6.280	7.165	-885	783225
2015	6.477	7.165	-688	473344
2016	6.637	7.165	-492	242064
2017	6.870	7.165	-295	87025
2018	7.067	7.165	-98	9604
2019	7.264	7.165	99	9801
2020	7.460	7.165	295	87025
2021	7.657	7.165	492	242064
2022	7.854	7.165	689	474721
2023	8.051	7.165	889	784996
Jumlah	71.653			3193869

Dari hasil table 6 dan persamaan (4) sehingga didapatkan standar deviasi sebagai berikut.

- S=$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_I-\bar{X})^2}{n-1}}$

- $S=\sqrt{\frac{3193869}{10-1}}$ =595,658

2.Koefisien Koreksi

Diketahi data perhitungan seperti pada table berikut ini.

Tabel 7 Perhitungan Koefisien Korelasi

Tahun	Jumlah Penduduk		(X) x (Y)	$(X)^2$	$(Y)^2$
	DataX	Aritmatika Y			
	Jiwa	Jiwa			
2014	6.280	6.280	39.438.400	39.438.400	39.438.400
2015	6.458	6.477	41.828.466	41.705.764	41.951.529
2016	6.647	6.637	44.355.431	44.182.609	44.528.929
2017	6.840	6.870	46.990.800	46.785.600	47.196.900
2018	7.070	7.067	49.963.690	49.984.900	49.942.489
2019	7.230	7.264	52.518.720	52.272.900	52.765.696
2020	7.412	7.460	55.293.520	54.937.744	55.651.600
2021	7.578	7.657	58.093.659	57.562.569	58.629.649
2022	7.830	7.854	61.496.820	61.308.900	61.685.316
2023	8.286	8.051	66.710.586	68657796	64.818.601
Jumlah	71.640	71.653	516.690.092	516.837.182	516.609.109

“X” merupakan data jumlah penduduk asli dan “Y” merupakan data jumlah penduduk hasil proyeksi.Untuk menghitung koefisien korelasi digunakan persamaan berikut.

$$r=\frac{n.\sum_{i=1}^{n} x_i.y_i - \sum_{i=1}^{n} x_i.\ \sum_{i=1}^{n} y_i}{\sqrt{(n.\sum_{i=1}^{n} x_i^2 -(\sum_{i=1}^{n} x_i)^2).(n.\sum_{i=1}^{n} y_i^2 -(\sum_{i=1}^{n} y_i)^2)}}$$

$$r=\frac{(10x516.690.092)-(71.640 \times 71.653)}{\sqrt{(10 \times 516.837.182-(71.640^2)\times(10 \times 516.609.109-(71.653)^2)}}$$

r = 0,992

Dengan cara yang sama ,didapatkan hasil nilai standar deviasi dan koefisien dan korelasi metode geometrik dan eksponensial.Berikut merupakan table hasil rekapitulasi uji kesesuaian proyeksi penduduk.

Tabel 8 Uji Kesesuaian Proyeksi Penduduk

No	Uji kesesuaian	Metode		
		Geometrik	Aritmatika	Eksponensial
1	Standar deviasi	675,936	595,658	687,941
2	Koefisien korelasi	0,994	0,992	0,995

Berdasarkan perhitungan uji kesesuaian proyeksi penduduk, metode aritmatika yang mendekati kebenaran karena memiliki standar deviasi terkecil dan koefisien korelasi mendekati 1. Metode tersebut akan digunakan untuk menghitung proyeksi penduduk selama 20 tahun. Pada perencanaan ini diasumsikan 1 (satu) KK terdapat 6 jiwa penduduk. Sehingga jumlah penduduk wilayah studi didapatkan 8.286 jiwa penduduk. Jumlah penduduk inilah yang digunakan dalam perhitungan proyeksi penduduk. Berikut merupakan hasil proyeksi penduduk selama 20 tahun.

Tabel 9 Proyeksi Penduduk Metode Aritmatika

Tahun	Jumlah Penduduk	Tahun	Jumlah Penduduk	Tahun	Jumlah Penduduk
	Jiwa		Jiwa		Jiwa
2023	8.286	2030	10.761	2037	13.235
2024	8.640	2031	11.114	2038	13.589

2025	8.993	2032	11.468	2039	13.942
2026	9.347	2033	11.821	2040	14.296
2027	9.700	2034	12.175	2041	14.649
2028	10.054	2035	12.528	2042	15.003
2029	10.407	2036	12.882	2043	15.356

Dari table 9 dapat diketahui bahwa untuk proyeksi penduduk selama 20 tahun dapat diketahui jumlah penduduk sebanya 15.356 jiwa yang nantinya digunakan sebagai dasar dalam perhitungan kebutuhan air bersih.

C. Proyeksi Jumlah Pelanggan

Proyeksi jumlah pelanggan PDAM Makassar di Kelurahan Tallo dihitung dengan metode Geometrik untuk masing-masing jenis pelanggan yang terlayani hingga 20 tahun mendatang, kemudian dijumlahkan sehingga akan diperoleh data yang lebih akurat untuk perencanaan.

Data yang diperoleh dari PDAM bagian pelanggan selama 5 tahun terakhir yang terlayani di Kelurahan Tallo dapat diperhatian pada tabel 10 sebagai berikut :

Tabel 10 Data Jumlah Pelanggan PDAM Kelurahan TalloTahun 2019-2023

Jenis Pelanggan	tahun				
	2019	2020	2021	2022	2023
Domestik					
RT (SR)	913	1.002	1.054	1.124	1.180
Non Domestik					
Sekolah	22	22	23	25	25
Pemerintahan	12	13	13	14	14
Sosial	28	28	28	30	31
Niaga	42	44	46	52	55
Jumlah	1.017	1.109	1.166	1.245	1.305

Sumber : PDAM Kota Makassar

1) Pelanggan Rumah Tangga

Tabel 11 Pelanggan Rumah Tangga

Tahun	SR	Pertambahan Penduduk	
		Selisi	%
2019	913		
2020	1.002	89	9,74
2021	1.054	52	5,190
2022	1.124	70	6,641
2023	1.180	56	4,982
		667,5	6,640

$P_{2043=}\ Po(1+r)^n$

=1.180(1+0,0664)^{20}

= 3.268 SR (Tahun 2043)

Berdasarkan hasil perhitungan diatas pertambahan pelanggan Rumah Tangga cenderung bertambah/mengalami kenaikan . Jumlah pelanggan Rumah Tangga pada tahun 2043 sebesar 3.268 SR

2) Pelanggan Sekolah

Tabel 12 Pelanggan Sekolah

Tahun	SR	Pertambahan Penduduk	
		Selisi	%
2019	22		
2020	22	0	0,000
2021	23	1	4,545
2022	25	2	8,696
2023	25	0	0,000
		0,75	3,310

$P_{2043=}\ Po(1+r)^n$

=25(1+0,033)^{20}

=47 SR(Tahun2043)

Berdasarkan hasil perhitungan diatas pertambahan pelanggan Sekolah cenderung bertambah/mengalami kenaikan . Jumlah pelanggan Sekolah pada tahun 2043 sebesar 47 SR

3) Pelanggan Pemerintah

Tabel 13 Pelanggan Pemerintah

Tahun	SR	Pertambahan Penduduk	
		Selisi	%
2019	12		
2020	13	1	8,333
2021	13	0	0,000
2022	14	1	7,692
2023	14	0	0,000
		0,5	4,006

$P_{2043=}\ Po(1+r)^n$

=14(1+0,040)^{20}

=31 SR(Tahun2043)

Berdasarkan hasil perhitungan diatas pertambahan pelanggan Pemerintah cenderung bertambah/mengalami kenaikan . Jumlah pelanggan Pemerintah pada tahun 2043 sebesar 31 SR

4) Pelanggan Sosial

Tabel 13 Pelanggan Sosial

Tahun	SR	Pertambahan Penduduk	
		Selisi	%
2019	28		
2020	28	0	0,000
2021	28	0	0,000
2022	30	2	7,143
2023	31	1	3,333
		0,75	2,619

$P_{2043=}\ Po(1+r)^n$

=31(1+0,026)^{20}

=52 SR(Tahun2043)

Berdasarkan hasil perhitungan diatas pertambahan pelanggan Sosial cenderung bertambah/mengalami kenaikan . Jumlah pelanggan Sosial pada tahun 2043 sebesar 52 SR

5) Pelanggan Niaga

Tabel 15 Pelanggan Niaga

Tahun	SR	Pertambahan Penduduk	
		Selisi	%
2019	42		
2020	44	2	4,762
2021	46	2	4,545
2022	52	6	13,043
2023	55	3	5,769
		3,25	7,030

$P_{2043=}\ Po(1+r)^n$

$=55\ (1+0{,}070)^{20}$

= 214 SR(Tahun2043)

Berdasarkan hasil perhitungan diatas pertambahan niaga cenderung bertambah atau mengalami kenaikan .Jumlah pelanggan niaga pada tahun 2043 sebesar 214 SR

Dari perhitungan diatas proyeksi jumlah pelanggan PDAM di Kelurahan Tallo pada tahun 2043 adalah :

= Rumah Tangga + Sekolah + pemerintah +Sosial + Niaga

=3.268+47+31+52+214

=3.612 SR

Berikut merupakan tabel hasil rekapitulasi perhitungan proyeksi jumlah pelanggan PDAM Makassar di Kelurahan Tallo dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 16 Rekapitulasi Proyeksi Jumlah Pelanggan

Jenis Pelanggan	Tahun	
	2023	2043
Domestik :		
RT (SR)	1.180	3.268
Non Domestik :		
Sekolah	25	47
Pemerintahan	14	31
Sosial	31	52
Niaga	55	214
Jumlah	1.305	3.612

D. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih dihitung dengan, mengacu pada hasil prediksi pertambahan jumlah penduduk dan pertambahan jumlah pelanggan daerah terlayani.

Perhitungan kebutuhan air bersih dapat dianalisis sebagai berikut.

1) Parameter yang ditetapkan

Parameter ini merupakan tetapan dan merupakan data untuk dasar perhitungan.

a) Faktor pemakaian:

Kebutuhan harian maksimum = 1,1

Kebutuhan jam puncak = 1,5 (Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU, 2000)

b) Tingkat kehilangan air akibat kebocoran sebesar 20%

c) Kebutuhan domestik di daerah pelayanan adalah 100 liter/hari. Nilai ini diambil berdasarkan tabel 2.1 untuk kota dengan penduduk kurang dari 20.000 jiwa

d) Kebutuhan non domestik sebesar 30 Liter/jiwa/hari

2) Kebutuhan air bersih

a) Kebutuhan domestik

SI = 3.268 SR

= 3.268 x 100

= 326.800 It/hr

= 22,694 It/dt

b) Kebutuhan non domestik

Kn = Sekolah + Pemerintah + Sosial + Niaga

Kn = 47 + 31 + 52 + 214

= 344 SR = 344 x 30

= 10.320 It/hr

= 0,6958 It/dt

c) Kehilangan air akibat kebocoran

=20% x(kebutuhan domestik + kebutuhan non domestik)

=0,2 x (22,694 +0,6958)

=4,678 lt/dt

d) Kebutuhan air rata-rata (dengan kebocoran 20%)

= kebutuhan domestik + kebutuhan non domestik + kehilangan air akibat kobocoran

= 22,694 + 0,6958 + 4,678

= 28,0678 It/dt

e) Kebutuhan harian maksimum

= kebutuhan air rata-rata x 1,1

= 28,0678 x1,1

= 30,874 It/dt

f) Kebutuhan jam puncak

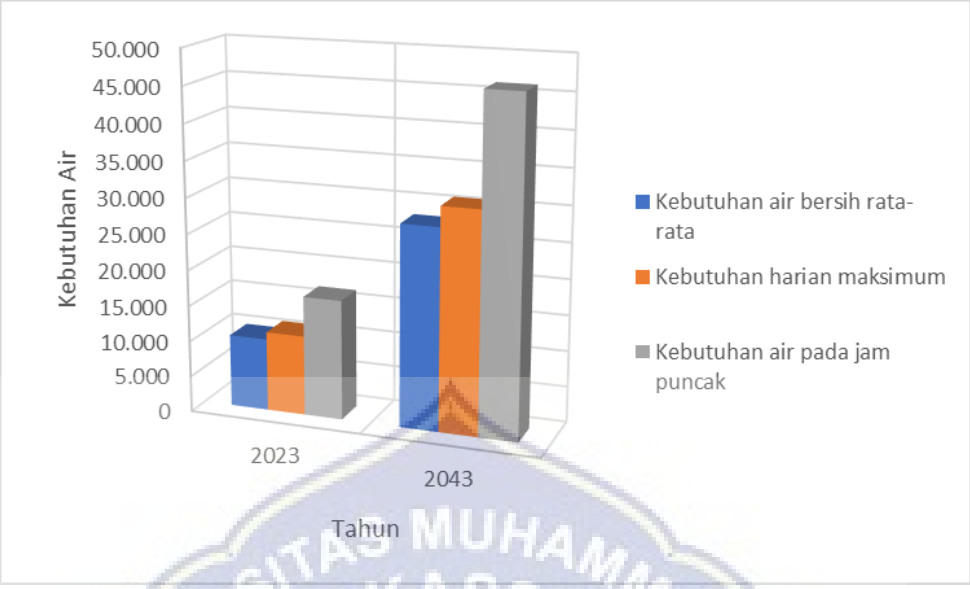
= kebutuhan air rata-rata x 1,5

= 30,874 x 1,5

= 46,311 It/dt

Tabel 17 Rekapitulasi Kebutuhan Air Bersih

No	Uraian	Satuan	Tahun	
			2023	2043
1	Jumlah Sambungan Dometik	SR	1.180	3.268
2	Jumlah Sambungan Non Dometik	SR	125	344
3	Jumlah Pelanggan	SR	1.305	3.612
4	Jumlah jiwa/rumah	Jiwa	6	6
5	Konsumsi Unit SR	lt/hari	100	100
6	Konsumsi Unit Non Domestik	lt/hari	30	30
7	Kebutuhan air domestic	lt/dt	8,194	22,694
8	Kebutuhan air non domestik	lt/dt	0,260	0,6958
9	Kebutuhan air bersih rata-rata	lt/dt	10,1448	28,0678
	(dengan kebocoran 20%)			
10	Kebutuhan harian maksimum =	lt/dt	11,159	30,874
	1,1 x kebututhan air baku			
=11	Kebutuhan air pada jam puncak =	lt/dt	16,738	46,311
	1,5 x kebututhan air baku			



Gambar 7 Kebutuhan Air Bersih Pada Tahun 2023 dan 2043

Dari perhitungan yang telah dilakukan, dengan jumlah debit air yang tersedia 2.856.000 lt/hari, kebutuhan air bersih di Kelurahan Tallo pada Tahun 2043 menurut proyeksi jumlah penduduk adalah 15.325 x100 =17,773It/dt, sedangkan untuk kebutuhan pelanggan 28,0678 It/dt, dan debit pada jam puncak 46,311 It/dt.

E. Karakteristik Jaringan Pada Kondisi Eksisting

Penentuan daerah pelayanan ditentukan berdasarkan jaringan pipa primer yang ada tanpa mengurangi jumlah pelanggan pada kondisi saat ini. Daerah layanan dibuat untuk mempermudah distribusi kebutuhan air pada titik simpul yang dibutuhkan pada masing-masing pelayanan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui tekanan, headloss gradient, maupun kecepatan air didalam pipa.

Perhitungan diawali dengan membagi saluran menjadi beberapa junction, mengetahui jumlah pelanggan pada setiap daerah (junction) layanan. Berikut tabel data pembagian pelanggan pada junction dapat dilihat pada Tabel 18

Tabel 18 Pembagian Daerah Layanan pada Kondisi Eksisting

Junction Daerah Layanan	Jumlah Pelanggan (SR)	Jumlah Pelanggan (Orang)	Elevasi (m)
Juntion1	46	276	12
Juntion2	79	474	9
Juntion3	82	492	9
Juntion4	221	1326	7
Juntion5	39	234	5
Juntion6	22	132	5
Juntion7	35	210	5
Juntion 8	37	223	5
Juntion 9	48	288	5
Juntion10	60	360	5
Juntion11	52	306	4
Juntion12	37	222	4
Juntion13	83	498	5
Juntion14	87	522	5
Juntion15	54	324	4
Juntion16	11	67	5
Juntion17	16	96	4
Juntion 18	68	408	4
Juntion 19	20	114	4
Juntion20	23	150	4
Juntion21	36	216	4
Juntion22	80	480	4
Juntion23	28	168	4
Juntion24	42	252	4
Jumlah	1305	7830	

Jaringan eksisting pipa PDAM Kel Tallo menggunakan pipa jenis HDPE dengan diameter 50 (2 inch) mm, 89 (3 inch) mm, 165 (6 inch) mm dan 200 (8 inch) mm. Nilai C (koefisien kekasaran pipa Hazen-Williams) untuk pipa HDPE berdasarkan (Tabel 3) adalah 130.

Data diameter dan panjang pipa pada jaringan perpipaan PDAM Makassar di kelurahan Tallo dapat di lihat pada pada Tabel 19 berikut ini:

Tabel 19 Data Pipa Kelurahan Tallo

Nomor Pipa	Panjang Pipa (m)	Diameter Pipa (mm)	Nomor Pipa	Panjang Pipa (m)	Diameter Pipa (mm)
Pipe 1	1223,3	200	Pipe 14	165,17	50
Pipe 2	70,39	200	Pipe 15	120,43	165
Pipe 3	247,34	165	Pipe 16	135,47	165
Pipe 4	198,71	165	Pipe 17	325,33	50
Pipe 5	364,85	165	Pipe 18	202,33	50
Pipe 6	410,67	165	Pipe 19	337,08	50
Pipe 7	242,57	165	Pipe 20	78,9	50
Pipe 8	231,87	165	Pipe 21	341,94	89
Pipe 9	225,04	50	Pipe 22	371,61	89
Pipe 10	252,13	165	Pipe 23	358,52	50
Pipe 11	273,69	165	Pipe 24	370,09	50
Pipe 12	164,95	165	Pipe 25	223,63	50
Pipe 13	108,9	165			

Sumber : PDAM / Pengelolah Air Bersih Kel.Tallo

F. Analisis Jaringan dengan Program Epanet

1. Tahapan menggunakan Epanet 2.0

Tahapan dalam menggunakan Epanet 2.0 untuk pemodelan sistem distribusi air yaitu:

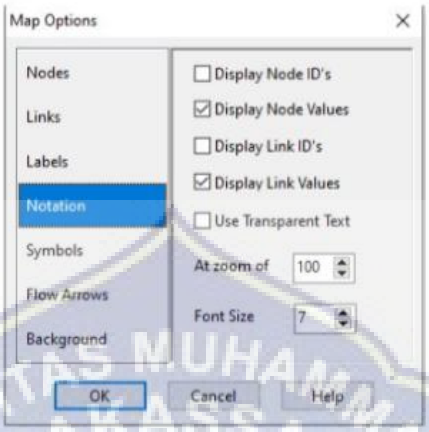
a) Membuat proyek baru di Epanet dan memastikan pilihan pada opsi default. Untuk memulainya, jalankan Epanet, atau jika telah berjalan pilih File>>New (dari menu bar) untuk menciptakan proyek baru.

b) Kemudian pilih Project>>Default untuk membuka form dialog. Kita akan menggunakan dialog itu agar Epanet secara otomatis memberi label pada objek barunya secara berurutan dimulai dari 1 sebanyak yang ditambahkan pada jaringan. Pada halaman dialog ID Label, hapus semua awalan ID dan atur pertambahan ID dengan 1. Kemudian pilih halaman Hidraulics dan atur pilihan dari Flow Unit menjadi LPS (liters per second). Sebagai implikasi pilihan unit US tersebut, akan digunakan untuk seluruh kuantitas (panjang dalam meter, diameter pipa dalam meter, tekanan dalam meter, dll) juga pilih Hazen-Wiliam (H-W) sebagai formula headloss. Selanjutnya mengklik tombol OK seperti Gambar 8 di bawah ini:

Gambar 8 Tampilan Default

c) Selanjutnya kita akan memilih beberapa pilihan penampilanyang akan ditambahkan pada peta, akan ditampilkan label ID dan symbol. Pilih View>>Option untuk menyampaikan dialog Map Option. Pilih halaman Notation pada form tersebut, dan check pilihan yang terlihat. Kemudian pindah

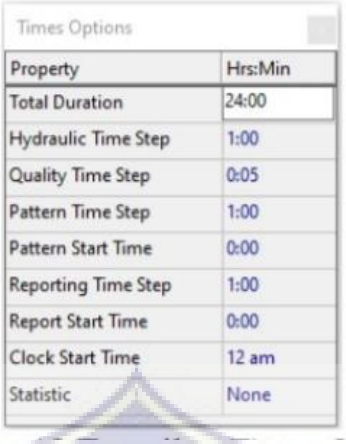
ke halaman Symbol dan pilih semua kotak. Klik tombol OK untuk menerima pilihan dan tutup dialog seperti Gambar 9 berikut ini:



Gambar 9 Tampilan Map Options

d) Untuk membuat jaringan kita menjadi lebih relistis, analis dapat diperpanjang periodenya, kita harus membuat Time Pattern yang menggunakan demand yang bervariasi pada demand pada node dalam satu hari. Kita mengatur pola waktu dengan memilih Option-Times dari data Browser, mengklik tombol Edit pada browser untuk memunculkan Property Editor (jika sebelumnya belum nampak), dan memasukkan 24 sebagai nilai dari Pattern Weime seperti

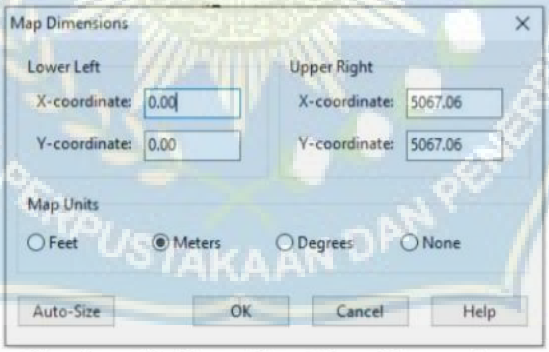
Gambar 10 berikut :



Gambar 10 Tampilan *Times Options*

e) Sebelum menggambar jaringan, kita harus yakin bahwa pengaturan skala bisa diterima. Pilih View>>Dimensioan untuk menampilkan dialog MapDimension.

Dimensi standard digunakan untuk proyek baru. Setting tersebut akan mencukupi untuk contoh ini, kemudain tekan tombol OK seperti Gambar 11 berikut ini:

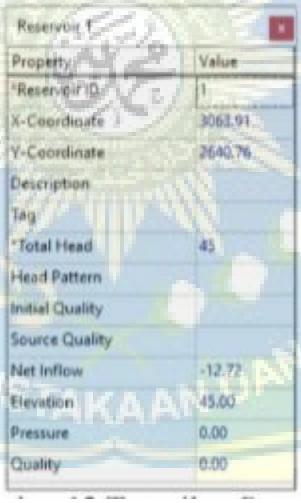


Gambar 11 Tampilan *Map Dimensions*

Setelah pengaturan awal dilakukan maka input selanjutnya yaitu semua komponen yang menyusun jaringan distribusi yang terdiri dari:

a) Reservoir

Reservoir adalah node yang menggambarkan sumber eksternal yang terus menerus "mengalir ke jaringan. Digunakan untuk menggambarkan seperti danau, sungai, akuifer air tanah, dan koneksi dari sistem lain. Reservoir juga dijadikan titik sumber kualitas air. Input utama untuk reservoir adalah head hidrolis (sebanding dengan elevasi permukaan air jika bukan reservoir bertekanan) dan inisial kualitas air untuk analisa kualitas air. Karena sebuah reservoir adalah sebagai poin pembatas dalam jaringan, tekanan dan kualitas airnya tidak dapat dipengaruhi oleh apa yang terjadi di dalam jaringan. Namun tekanan dapat dibuat bervariasi terhadap waktu yang di tandai dengan pola seperti Gambar 12 berikut ini :



Gambar 12 Tampilan *Reservoir*

b) Sambungan (*Junction*)

Sambungan (*junction*) adalah titik pada jaringan dimana garis-garis bertemu dan dimana air memasuki atau meninggalkan jaringan. Input dasar yang dibutuhkan bagi sambungan (*junction*) adalah elevasi, kebutuhan air dan kualitas air saat ini.

Hasil computasi buat sambungan (*junction*) pada seluruh periode waktu simulasi adalah head hidrolis (energi internal per satuan berat dari fluida), tekanan (pressure) dan kualitas air seperti Gambar 13 berikut ini:

Junction P1

Property	Value
*Junction ID	P1
X-Coordinate	2960.51
Y-Coordinate	3858.64
Description	
Tag	
*Elevation	12
Base Demand	0.46

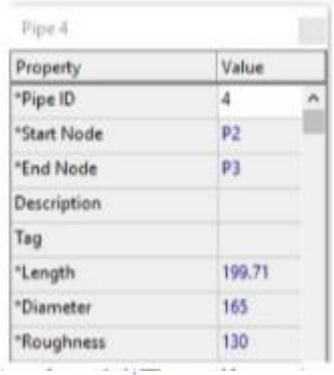
Gambar 13 Tampilan Junction

c) Pipa

Pipa adalah penghubung yang membawa air dari satu poin ke poin lainnya dalam jaringan. Epanet mengasumsikan bahwa semua pipa adalah penuh berisi air setiap waktunya. Arah aliran adalah dari titik dengan tekanan hidrolik tertinggi (Energi Internal per berat air) menuju titik dengan tekanan rendah. Sebagai contoh pada pipa 4 (Gambar 14) pada jaringan distribusi.

Input untuk pipa adalah:

1) Data node awal dan akhir
2) Diameter pipa 6 yaitu 165 mm
3) Panjang pipa 4 yaitu 199,81 m
4) Koefisien kekasaran (untuk menjelaskan hilang tekan) pipa yang digunakan jenis pipa HDPE dengan nilai kekasaran 130.



Pipe 4

Property	Value
*Pipe ID	4
*Start Node	P2
*End Node	P3
Description	
Tag	
*Length	199.71
*Diameter	165
*Roughness	130

Gambar 14 *Tampilan pipe 4*

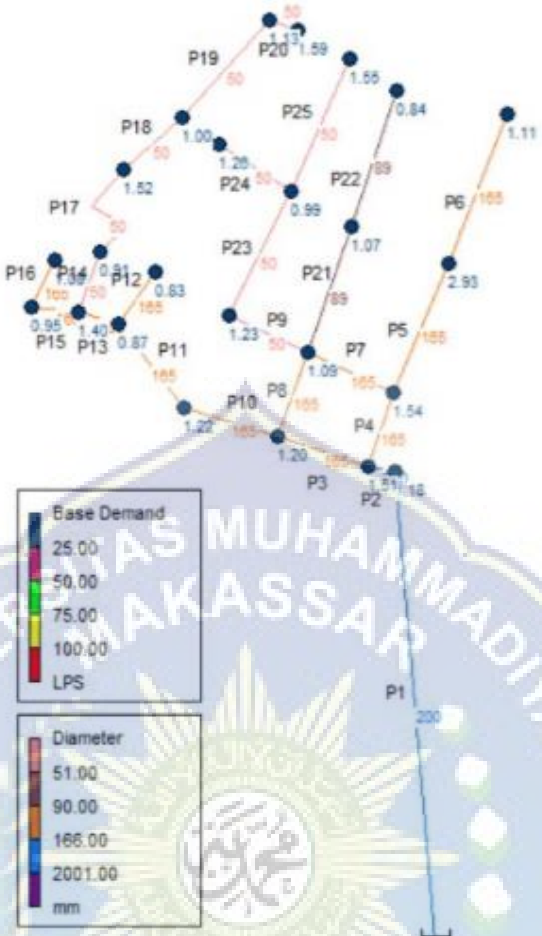
2. Proses Program Epanet 2.0

Aplikasi Epanet 2.0 dapat digunakan untuk simulasi aliran air dalam pipa. Untuk menjalankan simulasi dibutuhkan peta jaringan perpipaan yang menjadi lokasi penelitian seperti pada Gambar 15 berikut :

Gambar 15 Peta Jaringan Perpipaan Air Bersih

Di lakukan 2 (dua) simulasi sebagai perbandingan dengan kondisi eksisting pada tahun 2023 dan kondisi 20 tahun kedepan dengan aplikasi Epanet 2.0 di komputer. Hal ini bertujuan untuk dapat mengetahui kondisi pendistribusian air ke pelanggan berjalan dengan baik atau tidak dan saran yang dapat dijadikan sebagai pertimbangan untuk mendapatkan solusi dari permasalahan. Sebelum dilakukan simulasi sebagai bahan pertimbangan, terlebih dahulu dilakukan simulasi terhadap kondisi eksisting pada Epanet 2.0.

Dalam simulasi eksisting dibuat I inlet berperan sebagai reservoir awal jaringan pipa. Kemudian dibuat 24 nodes dan 25 Pipes yang saling berhubungan mencakup semua pelanggan yang ada di kelurahan Tallo. Pada aplikasi Epanet 2.0 jaringan pipa simulasi dibuat mengikuti peta jaringan pipa seperti Gambar 16 dan hasilnya seperti pada Gambar 17 berikut ini



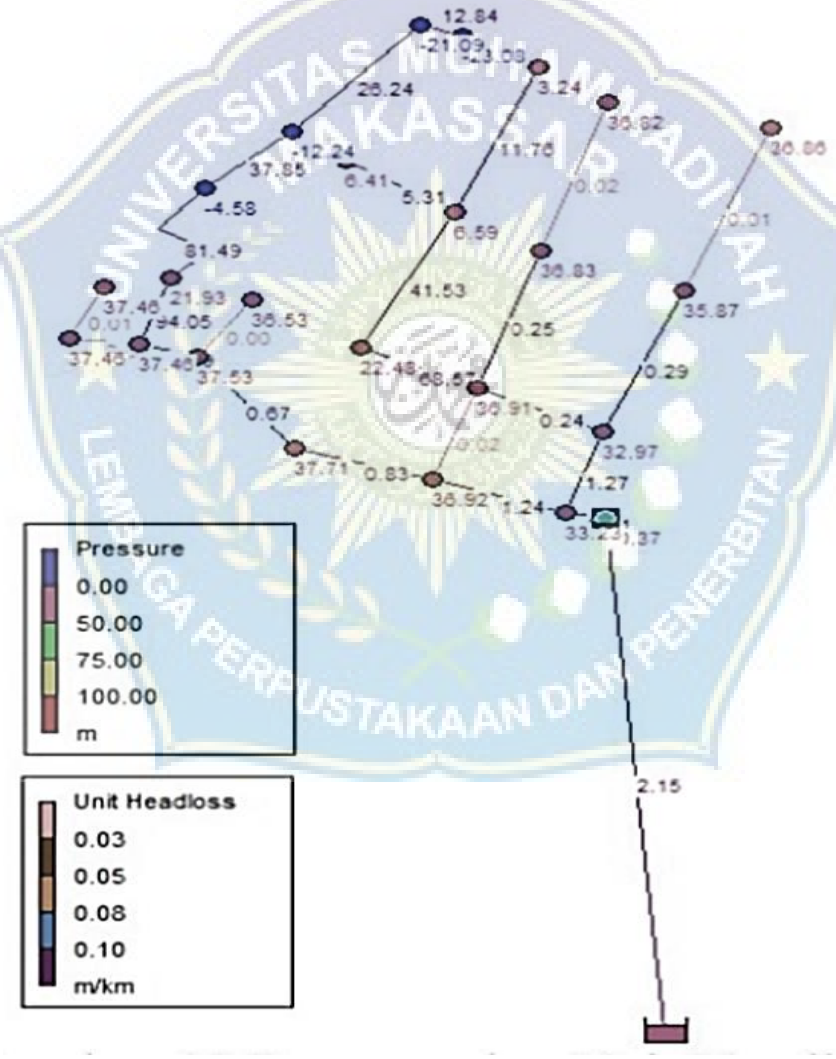
Gambar 16 Visualisasi Distribusi di Kelurahan Tallo

Pada Gambar 16 terlihat visualisasi jaringan distribusi di kelurahan Tallo dengan menggunakan aplikasi Epanet 2.0 dapat diketahui keadaan pada node maupun pada pipa. Untuk proses eksekusi, kita harus memasukan semua input yang diperlukan dalam aplikasi seperti panjang pipa, diameter pipa, kekasaran pipa dan elevasi. Setelah itu dilakukan proses eksekusi. Pada proses inilah diketahui bisa tidaknya jaringan yang telah dibuat untuk beroperasi dengan baik.

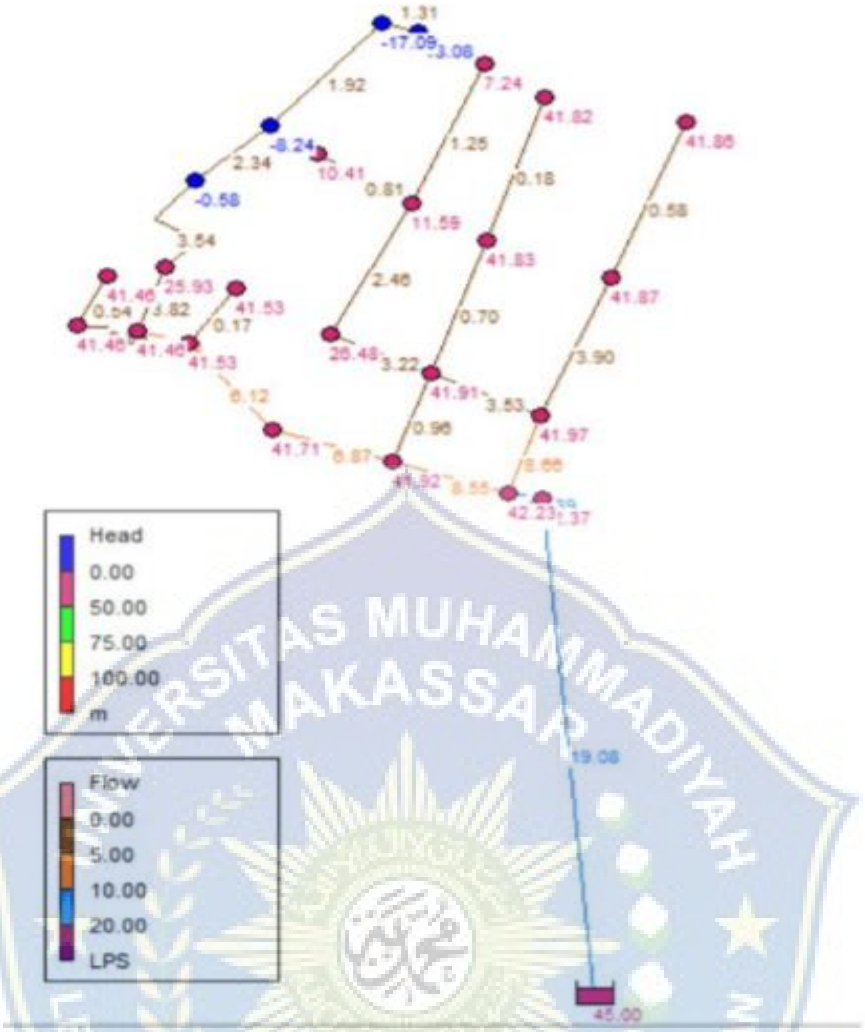
G. Keluaran Data (Output)

1. Output Eksisting Tahun 2023

Setelah semua data telah di input ke dalam program maka akan ada keluaran data(output). Adapun keluaran data output Pressure (Tekanan). Unit Headloss, Flow dan Velocity (Kecepatan) pada eksisting di kelurahan Tallo dapat dilihat pada Gambar 17 dan Gambar 18 herikut in



Gambar 17 Pressure dan Unit Headloos



Gambar 18 Head dan Flow Eksisting

Berdasarkan Gambar 17 dan Gambar 18, Pressure dan Headloss eksisting yang merupakan hasil dari penginputan dari data eksisting ke Epanet 2.0, dapat di lihat bahwa, pada junction 14, 22, 23 dan 24 tekanan (pressure) bernilai negatif atau sistem distribusi tidak baik, yaitu junctinion 14 bernilai -23,08 m, junctinion 22 bernilai -4,58 m, junctinion 23 bernilai -12,24 m, dan junctinion 24 bernilai 21,09 m. Untuk data lainnya dapat dilihat pada tabel 20 dan 21 berikut ini:

Tabel 20 Hasil Analisa Program Epanet pada Junction Eksisting

Junction	Jumlah	Head	Pressure
Daerah Layanan	Pelanggan		

	(SR)	(m)	(m)
Juntion1	46	42,37	30,37
Juntion2	79	43,33	303,23
Juntion3	82	41,97	32,97
Juntion4	221	41,88	35,87
Juntion5	39	41,86	36,86
Juntion6	22	41,84	36,83
Juntion7	35	41,83	36,82
Juntion8	37	41,91	36,91
Juntion9	48	41,90	36,92
Juntion10	60	41,70	37,71
Juntion11	52	26,48	22,48
Juntion12	37	11,58	6,59
Juntion13	83	7,26	3,24
Juntion14	87	-18,08	-23,08
Juntion15	54	10,41	6,41
Juntion16	11	41,53	36,53
Juntion17	15	41,53	37,53
Juntion18	68	41,46	37,46
Juntion19	20	25,93	21,93
Juntion20	23	41,46	37,46
Juntion21	36	41,46	37,46
Juntion22	80	-0,57	-4,58
Juntion23	28	-8,24	-12,24
Juntion24	42	-17,08	-21,09

Sumber : Program Epanet 2.0 pada Tahun 2023

Tabel 21 Hasil Analisa Program Epanet pada Pipa Eksisting

Nomor Pipa	Panjang Pipa	Diameter Pipa	Flow	velocity	Unit Headloss
	(m)	(mm)	lt/s	m/s	m/km
Pipa 1	1223,3	200	19,08	0,62	2,16
Pipa 2	70,39	200	18,39	0,59	2,01
Pipa 3	247,34	165	8,55	0,40	1,24
Pipa 4	198,71	165	8,66	0,40	1,27
Pipa 5	364,85	165	3,80	0,18	0,29
Pipa 6	410,67	165	0,58	0,03	0,01

Pipa 7	242,57	165	3,54	0,16	0,24
Pipa 8	231,87	165	0,96	0,04	0,02
Pipa 9	225,04	50	3,22	1,64	68,57
Pipa 10	252,13	165	6,78	0,23	0,83
Pipa 11	273,69	165	6,13	0,29	0,67
Pipa 12	164,95	165	0,17	0,02	0,01
Pipa 13	108,9	165	5,74	0,27	0,59
Pipa 14	165,17	50	3,82	1,95	94,05
Pipa 15	120,43	165	0,89	0,04	0,02
Pipa 16	135,47	165	0,54	0,03	0,01
Pipa 17	325,33	50	3,54	1,80	81,94
Pipa 18	202,33	50	2,34	1,19	37,85
Pipa 19	337,08	50	1,92	0,98	26,24
Pipa 20	78,9	50	1,31	0,66	12,84
Pipa 21	341,94	89	0,70	0,11	0,26
Pipa 22	371,61	89	0,18	0,03	0,02
Pipa 23	358,52	50	2,46	1,25	41,53
Pipa 24	370,09	50	1,25	0,63	11,76
Pipa 25	223,63	50	0,82	0,41	5,31

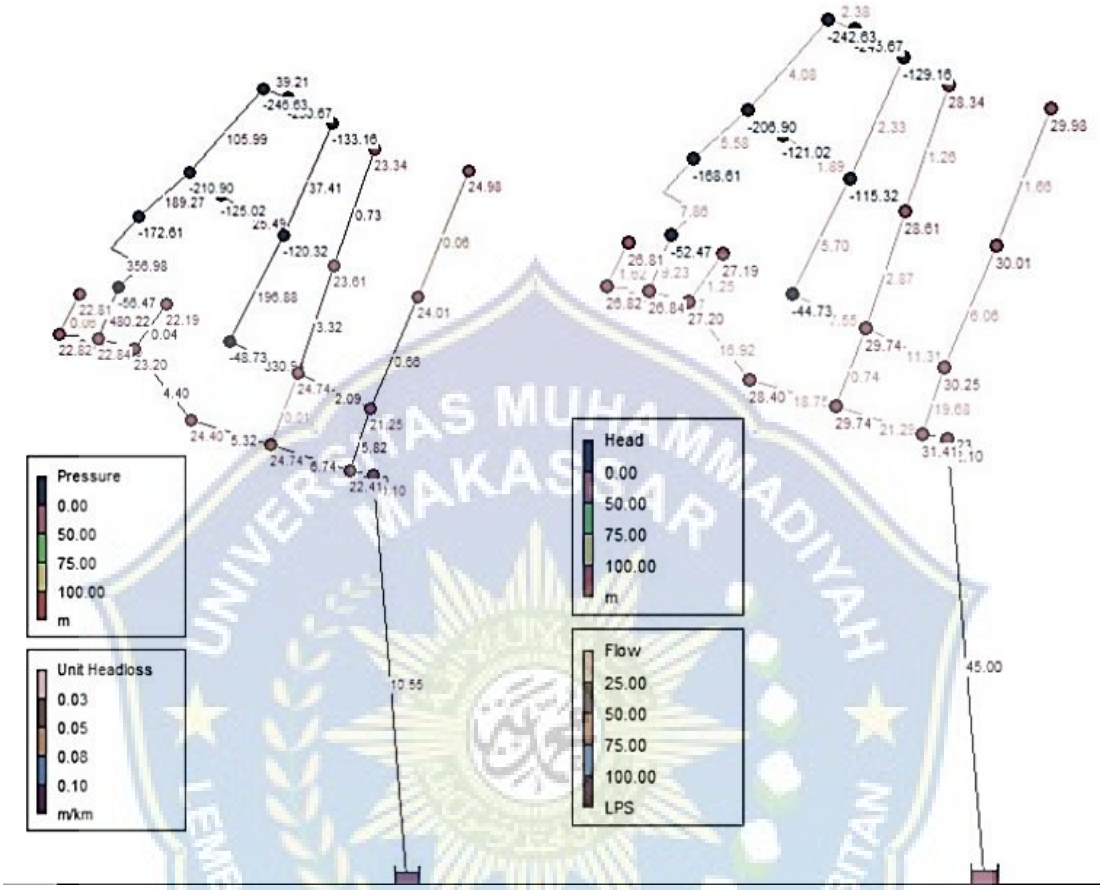
Sumber : Program Epanet 2.0 Pada Tahun 2023

Berdasarkan Tabel 21 Headloss pada tahun 2043 dapat di lihat bahwa beberapa pipa memiliki headloss yang bernilai besar yaitu pada pipa 9 bernilai 68,57 m/km, pipa 14 bernilai 94,05 m/km, pipa 17 bernilai 81,94 m/km, pipa 18 bernilai 37,85 m/km, pipa 19 bernilai 26,24 m/km, dan pipa 23 bernilai 41,53 m/km. Hal ini disebabkan karena diameter pipa yang kecil menyebabkan headloss dalam pipa besar.

2.Output Pada Tahun 2043

Sama halnya dengan eksisting, maka untuk analisa pada tahun 2043 setelah semua data telah di input ke dalam program juga akan ada keluaran data (output).

Adapun keluaran data output Pressure (Tekanan), Unit Headloss, Flow dan Velocity (Kecepatan) pada simulasi dapat dilihat pada Gambar 19 berikut :



Gambar 19 Pressure dan Headloss pada Tahun 2043

Sumber: Program Epanet 2.0

Berdasarkan Gambar 19 Pressure dan Headloss pada tahun 2023 yang merupakan hasil dari penginputan dari data ke Epanet 2.0, dapat di lihat bahwa, pada junction 11, 12, 13, 14, 15, 19, 22, 23 dan 24 tekanan (pressure) bernilai negatif atau sistem pendistribuan tidak baik, yaitu junction 11 bernilai -48,73 m, junction 12 bernilai -120,32 m, junction 13 bernilai -133,61 m, junction 14 bernilai -250,67 m, junction 15 bernilai - 125,02 m, junction 19 bernilai -56,47 m. junction 22 bernilai -172,61 m, junction 23 bernilai -210,90 m, dan junction 24 bernilai -246,63 m. Untuk data lainnya dapat dilihat pada tabel 22 dan 23 berikut ini:

Tabel 22 Hasil Analisa Program Epanet pada Junction Tahun 2043

Junction Daerah Layanan	Jumlah Pelanggan	Head	Pressure
	(SR)	(m)	(m)
Juntion 1	119	32,10	20,10
Juntion 2	151	31,41	22,41
Juntion 3	154	30,25	21,25
Juntion 4	293	30,02	24,01
Juntion 5	111	29,98	24,98
Juntion 6	94	28,34	23,34
Juntion 7	107	28,61	23,61
Juntion 8	109	29,74	24,74
Juntion 9	120	29,74	24,74
Juntion 10	132	28,40	24,40
Juntion 11	124	-44,73	-48,73
Juntion 12	109	-115,32	-120,32
Juntion 13	155	-129,16	-133,16
Juntion 14	159	-245,67	-250,67
Juntion 15	126	-121,02	-125,02
Juntion 16	83	27,19	22,19
Juntion 17	87	27,20	23,20
Juntion 18	140	26,84	22,84
Juntion 19	91	-52,47	-56,47
Juntion 20	195	26,82	22,82
Juntion 21	108	26,81	22,81
Juntion 22	152	-168,61	-168,61
Juntion 23	100	-206,90	-210,90
Juntion 24	114	-242,63	-246,63

Sumber : Program Epanet 2.0 pada Tahun 2043

Tabel 23 Hasil Analisa Program Epanet pada Pipa Tahun 2043

Nomor Pipa	Panjang Pipa	Diameter Pipa	Flow	velocity	Unit Headloss
	m	mm	lt/s	m/s	m/km
Pipa 1	1223,3	200	45,00	1,43	10,55
Pipa 2	70,39	200	43,23	1,38	9,81

Pipa 3	247,34	165	21,29	1,00	6,74
Pipa 4	198,71	165	19,68	0,92	5,82
Pipa 5	364,85	165	6,06	0,28	0,66
Pipa 6	410,67	165	1,66	0,08	0,66
Pipa 7	242,57	165	11,31	0,53	2,09
Pipa 8	231,87	165	0,74	0,03	0,01
Pipa 9	225,04	50	7,55	3,84	330,94
Pipa 10	252,13	165	18,75	0,88	5,32
Pipa 11	273,69	165	16,92	0,79	4,40
Pipa 12	164,95	165	1,25	0,06	0,04
Pipa 13	108,9	165	14,37	0,67	3,25
Pipa 14	165,17	50	9,23	4,70	480,22
Pipa 15	120,43	165	3,04	0,14	0,18
Pipa 16	135,47	165	1,62	0,08	0,06
Pipa 17	325,33	50	7,86	4,00	356,98
Pipa 18	202,33	50	5,58	2,84	189,27
Pipa 19	337,08	50	4,08	2,08	105,99
Pipa 20	78,9	50	2,38	1,21	3921
Pipa 21	341,94	89	2,87	0,46	3,32
Pipa 22	371,61	89	1,26	0,20	0,73
Pipa 23	358,52	50	5,70	2,90	196,88
Pipa 24	370,09	50	2,33	1,18	37,41
Pipa 25	223,63	50	1,89	0,96	25,49

Sumber : Program Epanet 2.0 pada Tahun 2043

Dari hasil analisa menggunakan Epanet 2.0 dapat di lihat pada Tabel 20 bahwa, pada junction 14, 22, 23 dan 24 tekanan bernilai negatif. Dengan bertambahnya penduduk di masa mendatang, junction dengan tekanan bernilai negatif semakin bertambah hal ini dapat di lihat pada tabel 22 pada tahun 2043 junction 11, 12, 13, 14, 15, 19, 22, 23 dan 24 dengan tekanan bernilai negatif atau sistem pendistribuan tidak baik, karena air tidak mengalir ke konsumen.

Untuk solusi dari permasalahan pada kondisi eksisting hingga tahun 2043 adalah penggantian diameter pipa dengan diameter yang lebih besar. Hal ini dilakukan karena diameter pipa yang kecil menyebabkan headloss dalam pipa

besar. Oleh karena itu dengan adanya penggantian pipa diharapkan dapat mengurangi besarnya headloss dan kecepatan dalam pipa.

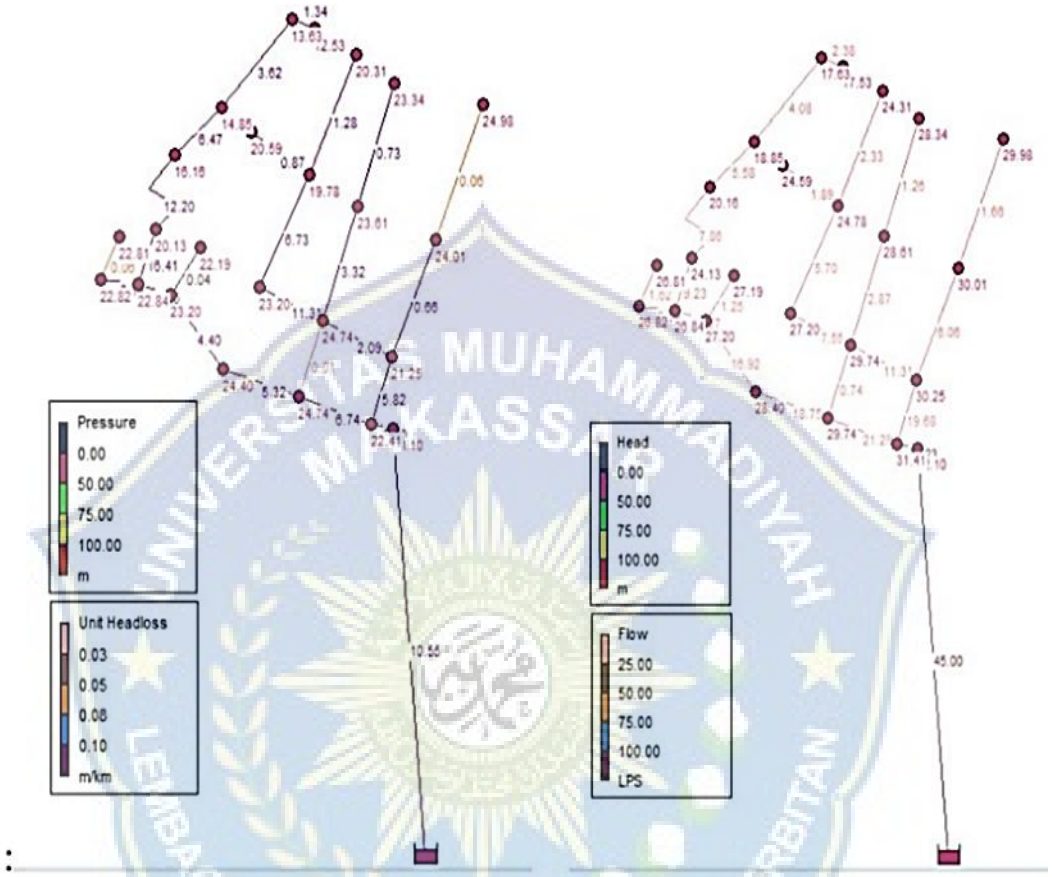
Penggantian diameter pipa yang lebih besar dilakukan pada pipa yang memiliki kehilangan tinggi tekan yang besar. Dari hasil simulasi Epanet yang telah dilakukan, dapat diketahui beberapa pipa yang tidak sesuai lagi untuk digunakan. Berikut tabel penggantian diameter pipa sebagai berikut:

Tabel 24 Penggantian Diameter Pipa

Nomor Pipa	Diameter Pipa 2023 (mm)	Diameter Pipa 2043 (mm)	Nomor Pipa	Diameter Pipa 2023 (mm)	Diameter Pipa 2043 (mm)
Pipa 1	200	200	Pipa 14	50	165
Pipa 2	200	200	Pipa 15	165	165
Pipa 3	165	165	Pipa 16	165	165
Pipa 4	165	165	Pipa 17	50	165
Pipa 5	165	165	Pipa 18	50	165
Pipa 6	165	165	Pipa 19	50	165
Pipa 7	165	165	Pipa 20	50	165
Pipa 8	165	165	Pipa 21	89	89
Pipa 9	50	165	Pipa 22	89	89
Pipa 10	165	165	Pipa 23	50	165
Pipa 11	165	165	Pipa 24	50	165
Pipa 12	165	165	Pipa 25	50	165
Pipa 13	165	165			

Pipa yang diganti yaitu pipa 9,pipa14,pipa 17 pipa 18,pipa 19,pipa 20 ,pipa 23,pipa 24 dan pipa 25.Dengan diameter sebelumnya 50 mm (2 inch) menjadi diameter 165 mm (6 inch)

Dengan diameter pipa baru maka dilakukan analisis kembali pada simulasi tahun 2043 ,dapat dilihat pada Gambar 20 berikut



Gambar 20 Pressure dan Headloss pada 2043 dengan Diameter pipa Baru

Sumber: *Program Epanet 2.0*

Tabel 25 Hasil Simulasi Epanet pada Junction dengan Diameter Pipa baru

Junction Daerah Layanan	Jumlah Pelanggan	Head	Pressure
	(SR)	(m)	(m)
Juntion 1	119	32,10	20,10
Juntion 2	151	31,41	22,41
Juntion 3	154	30,25	21,25
Juntion 4	293	30,02	24,01
Juntion 5	111	29,98	24,98

Juntion 6	94	28,34	23,34
Juntion 7	107	28,61	23,61
Juntion 8	109	29,74	24,74
Juntion 9	120	29,74	24,74
Juntion 10	132	28,40	24,40
Juntion 11	124	29,52	25,52
Juntion 12	109	29,31	24,31
Juntion 13	155	29,27	25,27
Juntion 14	159	26,03	21,03
Juntion 15	126	29,29	25,29
Juntion 16	111	27,19	22,19
Juntion 17	83	27,20	23,20
Juntion 18	140	26,84	22,84
Juntion 19	91	26,60	22,60
Juntion 20	195	26,82	22,82
Juntion 21	108	2,681	22,81
Juntion 22	152	26,26	22,26
Juntion 23	100	26,14	22,14
Juntion 24	114	26,04	22,04

Sumber : Program Epanet 2.0

Tabel 26 Hasil Simulasi Epanet pada Pipa dengan Diameter Pipa baru

Nomor Pipa	Panjang Pipa	Diameter Pipa	Flow	velocity	Unit Headloss
	m	mm	lt/s	m/s	m/km
Pipa 1	1223,3	200	45,00	1,43	10,55
Pipa 2	70,39	200	43,23	1,38	9,80
Pipa 3	247,34	165	21,29	1,00	6,74
Pipa 4	198,71	165	19,68	0,92	5,82
Pipa 5	364,85	165	6,06	0,28	0,66
Pipa 6	410,67	165	1,66	0,08	0,06
Pipa 7	242,57	165	11,31	0,53	2,09
Pipa 8	231,87	165	0,74	0,03	0,01
Pipa 9	225,04	165	7,55	0,35	0,99
Pipa 10	252,13	165	18,75	0,88	5,32
Pipa 11	273,69	165	16,92	0,79	4,40
Pipa 12	164,95	165	1,25	0,06	0,04

Pipa 13	108,9	165	14,37	0,67	3,25
Pipa 14	165,17	165	9,23	0,43	1,43
Pipa 15	120,43	165	3,04	0,14	0,18
Pipa 16	135,47	165	1,62	0,08	0,06
Pipa 17	325,33	165	7,86	0,37	1,06
Pipa 18	202,33	165	5,58	0,26	0,56
Pipa 19	337,08	165	4,08	0,19	0,32
Pipa 20	78,9	165	2,38	0,11	0,12
Pipa 21	341,94	89	2,87	0,46	3,32
Pipa 22	371,61	89	1,26	0,20	0,73
Pipa 23	358,52	165	5,70	0,27	0,59
Pipa 24	370,09	165	2,33	0,11	0,11
Pipa 25	223,63	165	1,89	0,09	0,08

Sumber : Program Epanet 2.0

H. Hasil Perbandingan

Berdasarkan hasil dari simulasi yang dilakukan pada aplikasi Epanet 2.0 maka dapat dilihat perbandingan Pressure dan Unit Headloss kondisi eksisting yaitu tahun 2023 dan simulasi pada tahun 2043 dengan simulasi tahun 2043 dengan diameter pipa baru. Perbandingan Pressure pada tiap nodes atau tiap titik dapat dilihat pada Tabel 27 berikut

Tabel 27 Perbandingan Pressure

Junction	Pressure		
	2023	2043	Diameter Baru
Junction 1	30,37	20,10	20,10
Junction 2	30,23	22,41	22,41
Junction 3	32,97	21,25	21,25
Junction 4	35,87	24,01	24,01
Junction 5	36,86	24,98	24,98
Junction 6	36,83	23,34	23,34
Junction 7	36,82	23,61	23,61
Junction 8	36,91	24,74	24,74

Junction 9	36,92	24,74	24,74
Junction 10	37,71	24,40	24,40
Junction 11	22,48	-48,73	25,52
Junction 12	6,59	-120,32	24,31
Junction 13	3,24	-133,16	25,27
Junction 14	-23,08	-250,67	21,03
Junction 15	6,41	-125,02	25,29
Junction 16	36,53	22,19	22,19
Junction 17	37,53	23,20	23,20
Junction 18	37,46	22,84	22,84
Junction 19	21,93	-56,47	22,60
Junction 20	37,46	22,82	22,82
Junction 21	37,46	22,81	22,81
Junction 22	-4,58	-168,61	22,26
Junction 23	-12,24	-210,90	22,14
Junction 24	-21,09	-246,63	22,04

Sumber : Program Epanet 2.0

Sementara itu untuk perbandingan Unit Headloss kondisi eksisting yaitu tahun 2023 dan simulasi pada tahun 2043 dengan diameter pipa baru pada tiap Pipes dapat dilihat pada Tabel 28 dan perbandingan Flow (debit) pada pipa dapat dilihat pada Tabel 29 berikut:

Tabel 28 Perbandingan Unit Headloss

Nomor Pipa	Unit Headloss (m/km)				
	Diameter Pipa Lama	2023	2043	Diameter Pipa Baru	2043
Pipa 1	200	2,16	10,55	200	10,55
Pipa 2	200	2,01	9,81	200	9,80
Pipa 3	165	1,24	6,74	165	6,74
Pipa 4	165	1,27	5,82	165	5,82
Pipa 5	165	0,29	0,66	165	0,66
Pipa 6	165	0,01	0,66	165	0,06
Pipa 7	165	0,24	2,09	165	2,09
Pipa 8	165	0,02	0,01	165	0,01

Pipa 9	50	68,57	330,94	165	0,99
Pipa 10	165	0,83	5,32	165	5,32
Pipa 11	165	0,67	4,40	165	4,40
Pipa 12	165	0,01	0,04	165	0,04
Pipa 13	165	0,59	3,25	165	3,25
Pipa 14	50	94,05	480,22	165	1,43
Pipa 15	165	0,02	0,18	165	0,18
Pipa 16	165	0,01	0,06	165	0,06
Pipa 17	50	81,94	356,98	165	1,06
Pipa 18	50	37,85	189,27	165	0,56
Pipa 19	50	26,24	105,99	165	0,32
Pipa 20	50	12,84	3921	165	0,12
Pipa 21	89	0,26	3,32	89	3,32
Pipa 22	89	0,02	0,73	89	0,73
Pipa 23	50	41,53	196,88	165	0,59
Pipa 24	50	11,76	37,41	165	0,11
Pipa 25	50	5,31	25,49	165	0,08

Sumber : Program Epanet 2.0

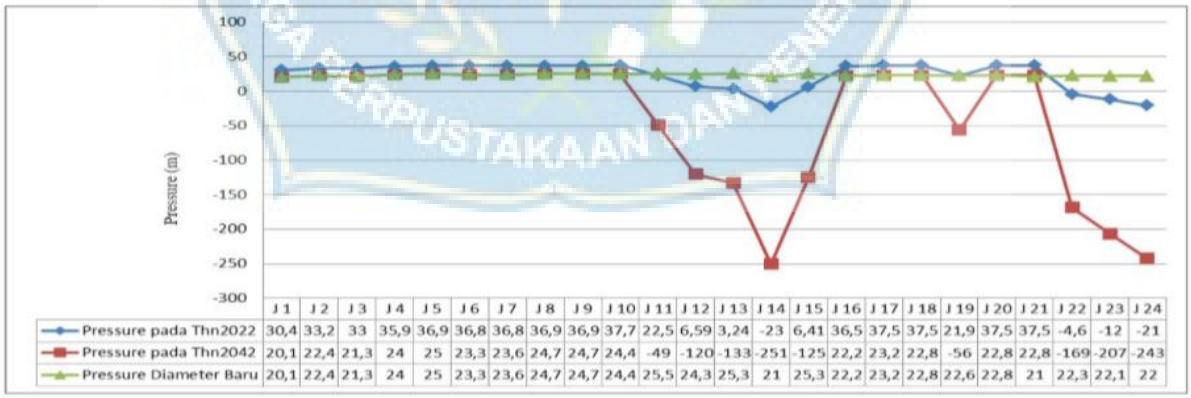
Berdasarkan Tabel 28 perbandingan unit headloss didapatkan bahwa pada diameter pipa lama beberapa pipa memiliki headloss yang berniali besar. Hal ini disebabkan karena diameter pipa yang kecil menyebabkan headloss dalam pipa besar. Untuk itu dilakuakan pergantian diameter pipa dengan diameter yang lebih besar agar dapat mengurangi besarnya headloss pada pipa.

Tabel 29 Perbandingan Flow debit

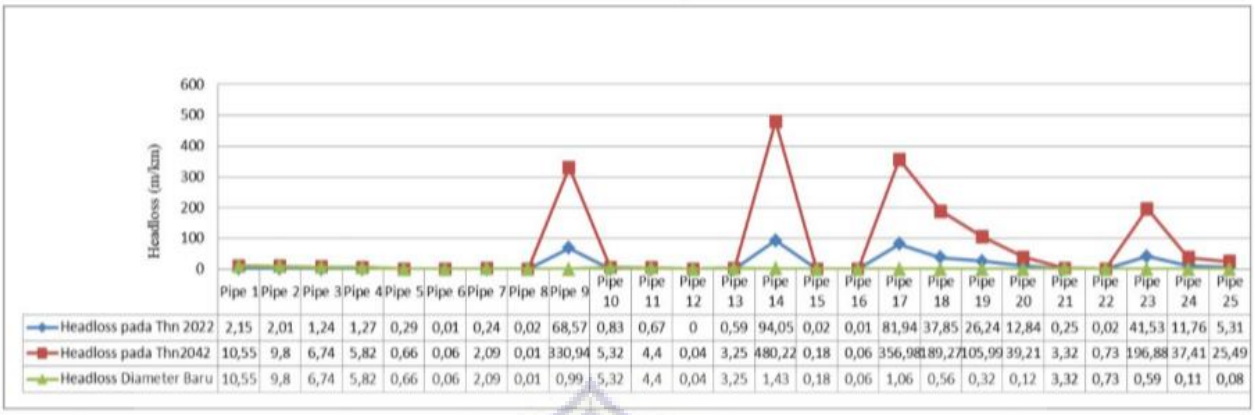
Nomor Pipa	Flow (lt/s)				
	Diameter Pipa Lama	2023	2043	Diameter Pipa Baru	2043
Pipa 1	200	19,08	45,00	200	45,00
Pipa 2	200	18,39	43,23	200	43,23
Pipa 3	165	8,55	21,29	165	21,29
Pipa 4	165	8,66	19,68	165	19,68

Pipa 5	165	3,80	6,06	165	6,06
Pipa 6	165	0,58	1,66	165	1,66
Pipa 7	165	3,54	11,31	165	11,31
Pipa 8	165	0,96	0,74	165	0,74
Pipa 9	50	3,22	7,55	165	7,55
Pipa 10	165	6,78	18,75	165	18,75
Pipa 11	165	6,13	16,92	165	16,92
Pipa 12	165	0,17	1,25	165	1,25
Pipa 13	165	5,74	14,37	165	14,37
Pipa 14	50	3,82	9,23	165	9,23
Pipa 15	165	0,89	3,04	165	3,04
Pipa 16	165	0,54	1,62	165	1,62
Pipa 17	50	3,54	7,86	165	7,86
Pipa 18	50	2,34	5,58	165	5,58
Pipa 19	50	1,92	4,08	165	4,08
Pipa 20	50	1,31	2,38	165	2,38
Pipa 21	89	0,70	2,87	89	2,87
Pipa 22	89	0,18	1,26	89	1,26
Pipa 23	50	2,46	5,70	165	5,70
Pipa 24	50	1,25	2,33	165	2,33
Pipa 25	50	0,82	1,89	165	1,89

Sumber : Program Epanet 2.0

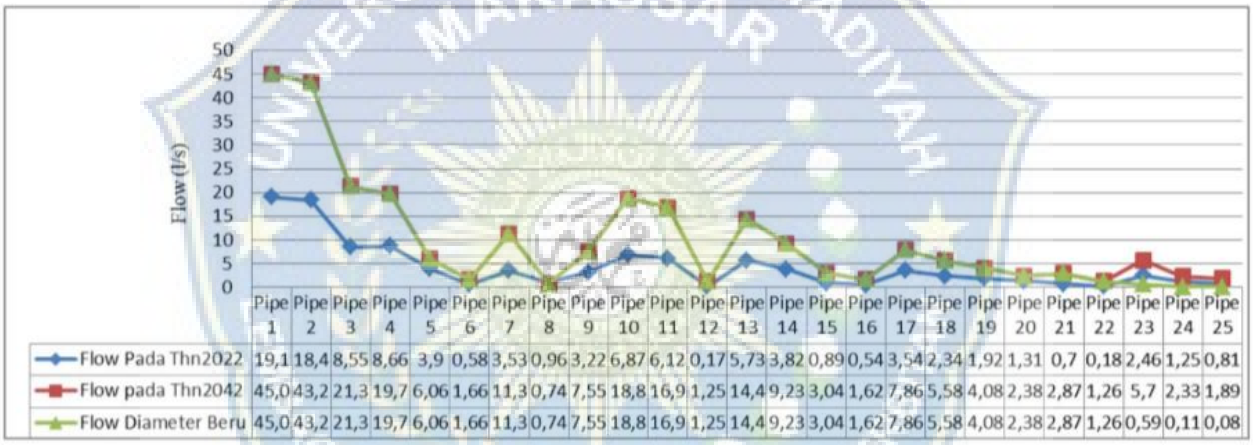


Gambar 20 Perbandingan Pressure



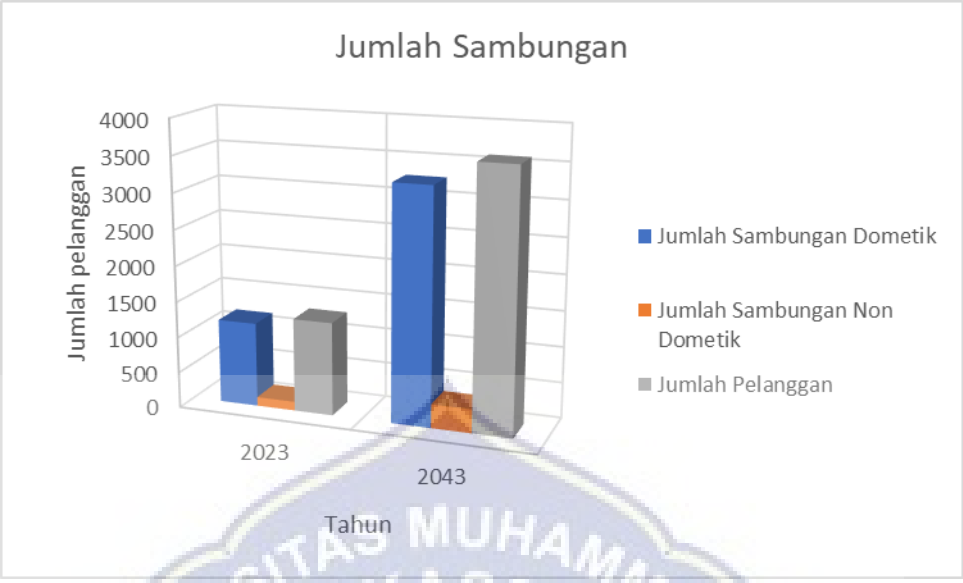
	Pipe 1	Pipe 2	Pipe 3	Pipe 4	Pipe 5	Pipe 6	Pipe 7	Pipe 8	Pipe 9	Pipe 10	Pipe 11	Pipe 12	Pipe 13	Pipe 14	Pipe 15	Pipe 16	Pipe 17	Pipe 18	Pipe 19	Pipe 20	Pipe 21	Pipe 22	Pipe 23	Pipe 24	Pipe 25
Headloss pada Thn 2022	2,15	2,01	1,24	1,27	0,29	0,01	0,24	0,02	68,57	0,83	0,67	0	0,59	94,05	0,02	0,01	81,94	37,85	26,24	12,84	0,25	0,02	41,53	11,76	5,31
Headloss pada Thn2042	10,55	9,8	6,74	5,82	0,66	0,06	2,09	0,01	330,94	5,32	4,4	0,04	3,25	480,22	0,18	0,06	356,98	189,27	105,99	39,21	3,32	0,73	196,88	37,41	25,49
Headloss Diameter Baru	10,55	9,8	6,74	5,82	0,66	0,06	2,09	0,01	0,99	5,32	4,4	0,04	3,25	1,43	0,18	0,06	1,06	0,56	0,32	0,12	3,32	0,73	0,59	0,11	0,08

Gambar 20 Perbandingan Headloss

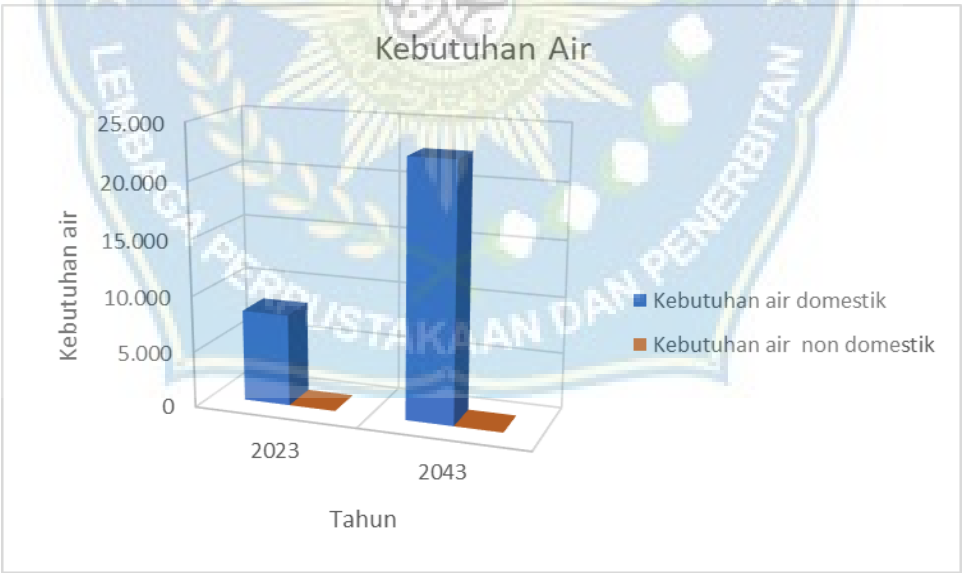


	Pipe 1	Pipe 2	Pipe 3	Pipe 4	Pipe 5	Pipe 6	Pipe 7	Pipe 8	Pipe 9	Pipe 10	Pipe 11	Pipe 12	Pipe 13	Pipe 14	Pipe 15	Pipe 16	Pipe 17	Pipe 18	Pipe 19	Pipe 20	Pipe 21	Pipe 22	Pipe 23	Pipe 24	Pipe 25
Flow Pada Thn2022	19,1	18,4	8,55	8,66	3,9	0,58	3,53	0,96	3,22	6,87	6,12	0,17	5,73	3,82	0,89	0,54	3,54	2,34	1,92	1,31	0,7	0,18	2,46	1,25	0,81
Flow pada Thn2042	45,0	43,2	21,3	19,7	6,06	1,66	11,3	0,74	7,55	18,8	16,9	1,25	14,4	9,23	3,04	1,62	7,86	5,58	4,08	2,38	2,87	1,26	5,7	2,33	1,89
Flow Diameter Beru	45,0	43,2	21,3	19,7	6,06	1,66	11,3	0,74	7,55	18,8	16,9	1,25	14,4	9,23	3,04	1,62	7,86	5,58	4,08	2,38	2,87	1,26	0,59	0,11	0,08

Gambar 20 Perbandingan Flow (lt/s)



Gambar 22 Jumlah sambungan(pelanggan)



Gambar 21 Kebutuhan domestik dan non domestik

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan mengenai analisis jaringan perpipaan air bersih di Kelurahan Tallo seperti berikut:

1. Hasil perhitungan yang telah dilakukan maka dapat di simpulkan bahwa: Kebutuhan air bersih didapatkan pada tahun 2023 berkisar 8,454 lt /dt , Kebutuhan air bersih pada tahun 2043 berkisar 23, 389 lt/dt. Jumlah Proyeksi Pelanggan 2023 sebesar 1.305 SR ,dan pada 2043 proyeksi jumlah pelanggan sebesar 3.612 SR

2 .Hasil perhitungan Epanet 2.0 didapatkan pada tahun 2023 sebanyak 4 junction bernilai negatif dan 6 pipa mengalami headloss yang bernilai besar.Pada tahun 2043 junction bernilai negatif bertambah sebanyak 9 junction dan 9 pipa dengan headloss yang besar.Untuk sulusi dari permasalahan pada kondisi ini hingga tahun 2043 adalah dengan pergantian diameter pipa dengan diameter pipa yang lebih besar.

B. Saran

Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan bahan pertimbangan di Instansi terkait yakni di keluraran Tallo Kota Makassar terkait pemeliharaan jaringan perpipaan air bersih untuk penyaluran air bersih pada pemerintah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim.2000.Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU,Dinas Pekerjaan Umum , Jakarta.

Darmasetiawan ,M ,2004,*Teori dan Perencanaan Instalasi Pengolahan Air*,Ekamitra Engineering,Jakarta.

Depertemen Kesehatan (1990),Peraturan Menteri Kesehatan No.416/MENKES/PER/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air.Jakarta.

Depertemen Permukiman dan Prasarana Wilayah,2002.

Hau'Oni K, 2011, *Pengoperasian dan Perawatan Sarana Air Bersih Sistem Gravitasi* ,Bahan Bacaan Praktis Untuk Teknisi Pedesaan , Kupang Nusa Tenggara Timur .

Lambe A.B,1982.Teknik Penyehatan I (Penyediaan Air Bersih). Mandor Maju , Bandung.

M . Daud Silalahi,2003 ,*Pengaturan Hukum Sumber Daya Air dan Lingkungan Hidup di Indonesia* , Alumni, Bandung.

Muliakusumah, Sutarsih ,2000. *Proyeksi Penduduk*, Fakultas Ekonomi UI, Jakarta.

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Makassar

Rossman Lewis A , 2000, *Buku Manual Program Epanet Versi Bahasa Indonesia* ,Ekamitra Engneering , Jakarta.

Soewarno, 1995 , *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data* , Nova , Bandung.

Regina Ngagadas, 2014. *Perencanaan Sitem jaringan Air Bersih Untuk Melayani Daerah Kecamatan Mamboro Kabupaten Sumba Tengah . Skripsi*. Malang . Intitut Teknologi Nasional.

Sahbar R, 2017, *Analisis Kebutuhan Air Bersih (PDAM) Kabupaten Rejang Lebong Provinsi Bengkulu untuk 10 Tahun Ke Depan* ,Jurnal Teknik , No 1, Vol.1, hal 40-49.

Sutrisno C.T dkk, 1991. *Teknologi Penyediaan Air Bersih* , Rineka Cipta , Jakarta.

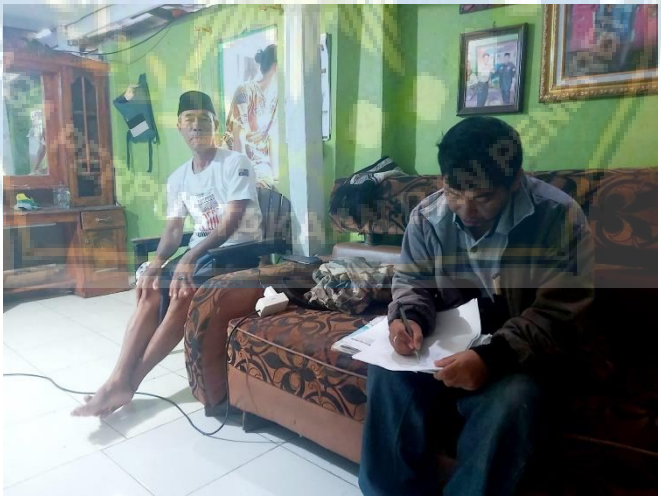
Syahrani H , dan Simanungkalit N,M, *Analisis Sebaran Penggunaan Air Domestik Di kecemataan Banjai Kota* , Tunas Geografi ,no.1 Vol .6 hal 16-24, 2017.

Noerbambang, Soufyan dan Takeo Moh Morimura , 2005,*Perencanaan dan Pemeliharaan Sistem Plambing* , PT Pradnya Paramitra, Jakarta.

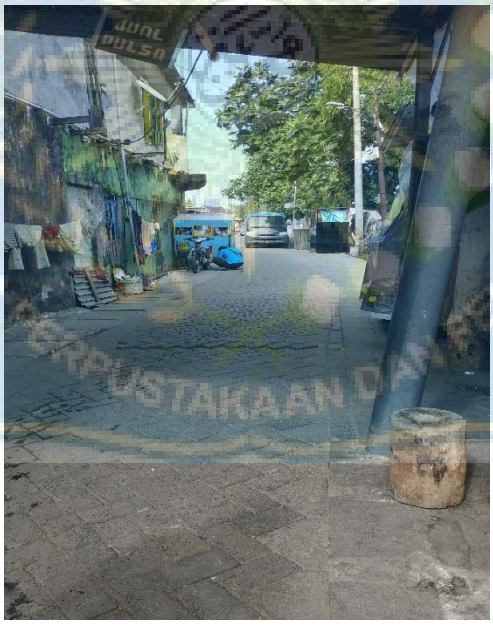
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
LEMBAGA PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

Dokomentasi Loasi Penelitian di Wilayah Kelurahan Tallo Kecamatan Tallo Kota Makassar

Gambar 3 Bak Penampungan Pengelolahan Air Bersih



Gambar 4 Kordinasi Dengan Pengelolah Air Bersih



Gambar 5 Jalur jaringan pipa Air Bersih

Gambar 6 Jaringan Pipa Air Bersih

Gambar 7 Bak Kontrol pada jaringan pipa Air Bersih

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN
Alamat kantor: Jl.Sultan Alauddin N0.259 Makassar 90221 Tlp.(0411) 866972,881593, Fax.(0411) 865588

بسم الله الرحمن الرحيم

SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

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

Nama : Suhardin
Nim : 105811103816
Program Studi : Sipil Pengairan

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	8 %	10 %
2	Bab 2	25 %	25 %
3	Bab 3	8 %	10 %
4	Bab 4	10 %	10 %
5	Bab 5	5 %	5%

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 Juli 2023
Mengetahui

Kepala UPT- Perpustakaan dan Pernerbitan,

Nurdaman, S.Hum.,M.I.P
NBM. 964 591

Jl. Sultan Alauddin no 259 makassar 90222
Telepon (0411)866972,881 593,fax (0411)865 588
Website: www.library.unismuh.ac.id
E-mail : perpustakaan@unismuh.ac.id

Suhardin 105811103816 Bab I

by Tahap Tutup

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
LEMBAGA PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

Submission date: 27-Jul-2023 04:08PM (UTC+0700)
Submission ID: 2137501521
File name: Bab_I_-_2023-07-27T170808.054.docx (35.6K)
Word count: 1033
Character count: 6687

Suhardin 105811103816 Bab I

ORIGINALITY REPORT

10%	10%	4%	3%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.ut.ac.id Internet Source	4%
2	Moh. Dian Kurniawan. "Restrukturisasi mutu air bersih dengan teknologi tepat guna ramah lingkungan", MATRIK, 2020 Publication	2%
3	modulkesehatan.blogspot.com Internet Source	2%
4	indo-boor.blogspot.com Internet Source	2%

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
LULUS
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN
turnitin

Exclude quotes	On	Exclude matches	< 2%
Exclude bibliography	On		

Suhardin 105811103816 Bab II

by Tahap Tutup

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
LEMBAGA PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

Submission date: 27-Jul-2023 04:09PM (UTC+0700)
Submission ID: 2137501639
File name: Bab_II_-_2023-07-27T170809.650.docx (509.46K)
Word count: 3686
Character count: 22596

Suhardin 105811103816 Bab II

ORIGINALITY REPORT

25%	26%	12%	12%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	digilibadmin.unismuh.ac.id Internet Source	5%
2	repositori.usu.ac.id Internet Source	4%
3	repository.unim.ac.id Internet Source	3%
4	es.scribd.com Internet Source	2%
5	www.jurnal.unsyiah.ac.id Internet Source	2%
6	www.computer-training-software.com Internet Source	2%
7	jsal.ub.ac.id Internet Source	2%
8	digilib.uns.ac.id Internet Source	2%
9	repository.uhn.ac.id Internet Source	2%

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
LULUS
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN
turnitin

Suhardin 105811103816 Bab III

by Tahap Tutup

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
LEMBAGA PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

Submission date: 27-Jul-2023 04:09PM (UTC+0700)
Submission ID: 2137501770
File name: Bab_III_-_2023-07-27T170811.020.docx (1.13M)
Word count: 467
Character count: 2869

Suhardin 105811103816 Bab III

ORIGINALITY REPORT

10%	9%	10%	10%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	etheses.uin-malang.ac.id Internet Source	5%
2	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	5%

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
LULUS
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN
turnitin

Exclude quotes	On	Exclude matches	< 2%
Exclude bibliography	On		

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
LEMBAGA PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

Suhardin 105811103816 Bab IV

by Tahap Tutup

Submission date: 27-Jul-2023 04:10PM (UTC+0700)
Submission ID: 2137501993
File name: Bab_IV_-_2023-07-27T170811.712.docx (3.28M)
Word count: 5354
Character count: 27905

Suhardin 105811103816 Bab IV

ORIGINALITY REPORT

10%	10%	0%	0%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repositori.usu.ac.id Internet Source	6%
2	digilibadmin.unismuh.ac.id Internet Source	2%
3	vibdoc.com Internet Source	2%

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
LULUS
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN
turnitin

Exclude quotes	On	Exclude matches	< 2%
Exclude bibliography	On		

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
LEMBAGA PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

Suhardin 105811103816 Bab V

by Tahap Tutup

Submission date: 27-Jul-2023 04:12PM (UTC+0700)
Submission ID: 2137502556
File name: Bab_V_-_2023-07-27T170807.720.docx (1.31M)
Word count: 405
Character count: 2545

Suhardin 105811103816 Bab V

ORIGINALITY REPORT

5%	5%	0%	0%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	id.scribd.com Internet Source	5%

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
LULUS
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN
turnitin

Exclude quotes	On	Exclude matches	< 2%
Exclude bibliography	On		

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
LEMBAGA PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN