

**PERBANDINGAN DESAIN PERPIPAAN PADA APLIKASI *EPANET 2.2*
ANTARA PENGGUNAAN POMPA DAN GRAVITASI JARINGAN PIPA
DISTRIBUSI (Studi Kasus: DMA G45 Kalibalau Kencana, Kedamaian,
Bandar Lampung)**

(Skripsi)

**Oleh :
M. IDHAM SYAIFILA
2115011020**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2026

ABSTRAK

PERBANDINGAN DESAIN PERPIPAAN PADA APLIKASI *EPANET 2.2* ANTARA PENGGUNAAN POMPA DAN GRAVITASI JARINGAN PIPA DISTRIBUSI (Studi Kasus: DMA G45 Kalibalau Kencana, Kedamaian, Bandar Lampung)

Oleh
M. IDHAM SYAIFILA

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perencanaan jaringan distribusi air bersih menggunakan perangkat lunak *EPANET 2.2* serta membandingkan efektivitas sistem distribusi berbasis pompa dan gravitasi pada wilayah DMA G45 Kelurahan Kalibalau Kencana, Kota Bandar Lampung. Metode yang digunakan adalah simulasi dan pemodelan hidraulik dengan memasukkan data kebutuhan air, elevasi, panjang dan diameter pipa, serta karakteristik material pipa ke dalam dua skenario desain jaringan, yaitu sistem pompa dan sistem gravitasi. Analisis dilakukan pada kondisi jam normal dan jam puncak untuk menilai kinerja hidraulik berupa tekanan, kecepatan aliran, dan kehilangan energi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa ukuran diameter pipa yang optimal terdiri atas pipa HDPE Ø110 mm PN10 sepanjang 1.302 m, pipa HDPE Ø90 mm PN10 sepanjang 409 m, dan pipa HDPE Ø63 mm PN10 sepanjang 5.395 m. Secara teknis, sistem pompa menghasilkan tekanan yang lebih tinggi dan stabil, namun memerlukan biaya operasional energi yang lebih besar, sedangkan sistem gravitasi memiliki tekanan yang lebih bervariasi tetapi masih memenuhi kriteria perencanaan serta lebih efisien dari sisi biaya dan energi. Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa *EPANET 2.2* efektif digunakan sebagai alat bantu perencanaan jaringan distribusi air bersih, dan sistem gravitasi lebih direkomendasikan pada wilayah dengan perbedaan elevasi yang memadai, sementara sistem pompa sesuai untuk kondisi topografi tertentu yang memerlukan tambahan energi.

Kata Kunci : *EPANET 2.2*, jaringan distribusi air bersih, sistem pompa, sistem gravitasi.

ABSTRACT

Comparison of Piping Network Design Using EPANET 2.2 Between Pump-Based and Gravity-Based Distribution Systems (Case Study: DMA G45 Kalibalau Kencana, Kedamaian, Bandar Lampung)

By
M. IDHAM SYAIFILA

This study aims to analyze the planning of a clean water distribution network using EPANET 2.2 and to compare the effectiveness of pump-based and gravity-based distribution systems in the DMA G45 area of Kalibalau Kencana Subdistrict, Bandar Lampung City. The research method employed is hydraulic simulation and modeling by inputting water demand data, elevation, pipe length and diameter, and pipe material characteristics into two network design scenarios, namely pump and gravity systems. The analysis was conducted under normal and peak hour conditions to evaluate hydraulic performance in terms of pressure, flow velocity, and energy losses. The simulation results indicate that the optimal pipe diameters consist of HDPE Ø110 mm PN10 pipes with a total length of 1,302 m, HDPE Ø90 mm PN10 pipes with a length of 409 m, and HDPE Ø63 mm PN10 pipes with a length of 5,395 m. Technically, the pump-based system produces higher and more stable pressure but requires higher operational energy costs, whereas the gravity-based system shows more variable pressure while still meeting planning criteria and is more efficient in terms of energy and operational costs. This study concludes that EPANET 2.2 is effective as a decision-support tool for clean water distribution network planning, and that gravity systems are more suitable for areas with sufficient elevation differences, while pump systems are appropriate for specific topographic conditions that require additional energy.

Keyword : EPANET 2.2, clean water distribution network, pump system, gravity system.

**PERBANDINGAN EFEKTIVITAS DESAIN PERPIPAAN PADA APLIKASI
EPANET 2.2 ANTARA PENGGUNAAN POMPA DAN GRAVITASI
JARINGAN PIPA DISTRIBUSI (Studi Kasus: DMA G45 Kalibalau
Kencana, Kedamaian, Bandar Lampung)**

Oleh

M. IDHAM SYAIFILA

2115011020

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2026

Judul Skripsi

: **PERBANDINGAN DESAIN PERPIPAAN
PADA APLIKASI EPANET 2.2 ANTARA
PENGUNAAN POMPA DAN GRAVITASI
JARINGAN PIPA DISTRIBUSI (Studi
Kasus: DMA G45 Kalibalau Kencana,
Kedamaian, Bandar Lampung)**

Nama Mahasiswa

: **M. Idham Syaifila**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2115011020

Program Studi

: **S1 Teknik Sipil**

Fakultas

: **Teknik**



1. **Komisi Pembimbing**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ahmad Zakaria'.

Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.

NIP 19670514 199303 1 002

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Subuh Tugiono'.

Subuh Tugiono, S.T., M.T.

NIP 19730407 200012 1 001

2. **Ketua Jurusan Teknik Sipil**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Sasana Putra'.

Sasana Putra, S.T., M.T.

NIP 19691111 200003 1 002

3. **Ketua Prodi Teknik Sipil**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Dr. Suyadi'.

Dr. Suyadi, S.T., M.T.

NIP 19741225 200501 1 003

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: **Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.**

Sekretaris

: **Subuh Tugiono, S.T., M.T.**

Penguji

Bukan Pembimbing

: **Dr. Ir. Endro Prasetyo W, S.T., M.Sc.**

2. Dekan Fakultas Teknik



: **Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T.**

NIP 19691030 200003 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **22 Januari 2026**

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Idham Syaifila
Nomor Pokok Mahasiswa : 2115011020
Judul Skripsi : PERBANDINGAN DESAIN PERPIPAAN PADA
APLIKASI EPANET 2.2 ANTARA
PENGUNAAN POMPA DAN GRAVITASI
JARINGAN PIPA DISTRIBUSI (Studi Kasus:
DMA G45 Kalibalau Kencana, Kedamaian, Bandar
Lampung)
Jurusan : Teknik Sipil

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan semua tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung.

Bandar Lampung, 27 Januari 2026

Pembuat Skripsi



M. Idham Syaifila

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan pada tanggal 03 Februari 2003. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara, Putra dari Bapak Uni Supono dan Ibu Lismayani, serta memiliki 2 saudara yang bernama M. Hifzni Alfain, dan M. Alhaqkim. Penulis memulai jenjang pendidikan di TK Pembina, yang pada tahun 2008-2009, lalu dilanjutkan Pendidikan Tingkat Dasar di SD Negeri 18 Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan. yang diselesaikan pada tahun 2015, lalu dilanjutkan Pendidikan Tingkat Pertama di MTS Negeri 1 Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan, yang diselesaikan pada tahun 2018, dan dilanjutkan Pendidikan Menengah Atas di SMA Negeri 1 Unggulan Muara Enim yang diselesaikan pada tahun 2021. Kemudian, penulis diterima di Jurusan S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN pada tahun 2021. Selama menjadi mahasiswa, penulis berperan aktif di dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Lampung (HIMATEKS) sebagai Anggota Departemen Kesekretariatan pada periode 2023-2024, sebagai Anggota Divisi Departemen Kesekretariatan pada periode 2024-2025.

Penulis telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) periode I di Makarti Tama, Kecamatan Gedung Aji Baru, Kabupaten Tulang Bawang, Lampung selama 40 hari, yaitu pada Januari - Februari 2024. Kemudian, pada Agustus – November 2024 penulis melaksanakan Kerja Praktik pada Proyek Pengembangan Jaringan Distribusi Air Dan Sambungan Rumah, Bandar Lampung. Pada tahun 2025, penulis melakukan penelitian yang berjudul “*Perbandingan Desain Perpipaan Pada*

Aplikasi Epanet 2.2 Antara Penggunaan Pompa Dan Gravitasi Jaringan Pipa Distribusi (Studi Kasus: Dma G45 Kalibalau Kencana, Kedamaian, Bandar Lampung)” sebagai tugas akhir dan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin Segala puji dan syukur ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia, dan kasih sayang-Nya, sehingga skripsi ini dapat penulis selesaikan. Karya sederhana ini penulis persembahkan dengan penuh rasa syukur kepada orang-orang yang senantiasa menjadi wasilah doa, dukungan, dan kekuatan dalam setiap langkah perjalanan penulis..

Kedua Orang Tua Tercinta

Ayahanda Tercinta Uni Supono dan Ibunda terkasih Lismayani.

Dengan cinta tak bertepi senantiasa mengiringi langkah penulis melalui doa, dukungan, dan pengorbanan tulus yang tak pernah terhenti sepanjang perjalanan kehidupan.

Kakak dan Adik Tersayang

M. Hifzni Alfain dan M. Alhaqkim.

Yang dengan kasih tanpa syarat senantiasa menjadi tempat pulang, menguatkan di kala lelah, mengiringi langkah dengan doa, serta setia menemani penulis melewati setiap suka dan duka kehidupan.

Skripsi ini juga kupersembahkan untuk untuk diri sendiri sebagai wujud keteguhan, usaha, dan kerja keras dalam menuntaskan seluruh proses studi.

MOTTO

" Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya."

(Q.S Al-Baqarah : 286)

"Terkadang kita harus melihat jauh ke dalam diri kita untuk menyelesaikan masalah kita."

(P.Star)

"Selalu pandang tinggi temanmu, buat seolah-olah mereka selalu lebih hebat darimu supaya kamu terus mengembangkan skill-mu."

SANWACANA

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah *Subhanahu Wata'ala*, atas rahmat, kasih, dan karunia yang telah di anugerahkan sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perbandingan Desain Perpipaan Pada Aplikasi Epanet 2.2 Antara Penggunaan Pompa Dan Gravitasi Jaringan Pipa Distribusi (Studi Kasus: Dma G45 Kalibalau Kencana, Kedamaian, Bandar Lampung)”, sebagai salah satu syarat dalam mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Universitas Lampung.

Pada penyusunan laporan ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, dukungan, bimbingan, dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M, selaku Rektor Universitas Lampung sekaligus Dosen Teknik Sipil.
2. Bapak Dr. Ahmad Herison, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Bapak Sasana Putra, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.
4. Bapak Dr. Suyadi, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Sipil Universitas Lampung.
5. Bapak Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D, selaku Dosen Pembimbing Pertama, Bapak telah memberikan kepercayaan kepada penulis sebagai mahasiswa bimbingan, serta dengan penuh ketulusan meluangkan waktu untuk memberikan arahan, bimbingan, dukungan, dan semangat dalam setiap tahap penyelesaian skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas kesabaran, kebaikan hati, serta pemahaman yang senantiasa Bapak berikan selama proses penulisan. Penulis berharap segala ilmu, didikan,

dan kebaikan yang telah Bapak curahkan senantiasa menjadi amal kebaikan dan membawa keberkahan bagi Bapak beserta keluarga.

6. Bapak Subuh Tugiono, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Kedua, Bapak telah memberikan bimbingan, arahan, serta masukan yang konstruktif, baik selama proses perkuliahan maupun dalam penyusunan skripsi ini. Penulis berharap setiap kebaikan yang Bapak curahkan senantiasa berbuah keberkahan bagi Bapak dan keluarga.
7. Bapak Dr. Ir. Endro Prasetyo W, S.T., M.Sc., selaku Dosen Penguji yang selalu mampu memberikan pengetahuan baru, masukan, serta kritik dan saran yang sangat bermanfaat baik dalam proses perkuliahan maupun dalam proses penyusunan skripsi ini. Penulis berharap kebaikan Bapak selalu membawa berkah kepada Bapak dan keluarga.
8. Dr. Ofik Taupik Purwadi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberikan bimbingan dan pengarahan selama masa perkuliahan.
9. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil atas semua ilmu pengetahuan dan didikannya selama masa perkuliahan.
10. Seluruh staf dan karyawan Program Studi S-1 Teknik Sipil atas segala bantuannya dalam hal administrasi.
11. Kepada kedua orang tua tercinta, Bapak Uni Supono dan Ibu Lismayani, sumber cinta yang tak pernah habis, doa yang tak pernah putus, serta pengorbanan yang tak pernah terhitung. Dari merekalah penulis menemukan alasan untuk bertahan, kekuatan untuk melangkah, dan semangat untuk terus berjuang, hingga akhirnya penulis mampu melewati masa perkuliahan dan menuntaskan perjalanan studi ini.
12. Kepada kedua saudara, M. Hifzni Alfain, dan M. Alhaqkim, yang senantiasa menghadirkan semangat, motivasi, perhatian, dan doa, serta menjadi penopang dukungan moral maupun finansial yang menguatkan langkah penulis untuk terus bertahan dan berjuang hingga mencapai tahap penyelesaian studi ini.
13. Kepada teman-teman dari bangku sekolah hingga lingkungan tempat tumbuh penulis, yang setia membersamai perjalanan panjang ini dalam suka dan duka. Terima kasih atas kebersamaan, dukungan moral maupun material, serta tawa dan gurauan yang menjadi penguat di tengah lelah. Nama-nama kalian (Sajid,

Syabi, Hanif dan Rasyid) akan selalu menjadi bagian berharga dalam perjalanan penulis. Semoga segala kebaikan yang telah kalian berikan berbalas dengan kebahagiaan dan keberkahan dalam setiap langkah hidup kalian.

14. Kepada sahabat-sahabat dalam perkumpulan SetSot (Akbar, Hamdan, Candra, Rahul, Fahrezy, Wily, Subkhan, Erlangga, dan Kevin), yang telah menjadi keluarga kedua penulis sejak awal masa perkuliahan. Kebersamaan, candaan, dan kritik kalian berikan telah menjadi warna dan penguat, baik secara mental maupun fisik, dalam menjalani hari-hari perkuliahan. Terima kasih atas peran dan kebersamaan yang turut menguatkan penulis hingga mampu bertahan dan menyelesaikan perjalanan akademik ini. Semoga kelak kita semua diberi kesuksesan, tetap saling menguatkan, dan menjaga tali persaudaraan layaknya saudara sejiwa di masa mendatang.
15. Nabilla Pratiwi, seseorang yang selama ini selalu setia mendampingi saya, terima kasih atas setiap doa, dukungan, dan kesabaran yang tak ternilai. Terima kasih telah menjadi tempat pulang di tengah lelah, menjadi penyemangat di saat ragu, menjadi tempat untuk bercerita dan menjadi seseorang terbaik dalam setiap langkah.
16. Team Esports VAL (Akunii, AndREX, Bluryface, Canteum, AnjayJoseph, khan, Hulzky, dan ZonaProf) selaku teman game online penulis yang telah menjadi tempat untuk menghilangkan rasa letih dan penat selama masa-masa perkuliahan ini, terima kasih karena telah membantu meringankan beban penulis secara pikiran, mental dan lainnya.
17. Kepada keluarga besar Teknik Sipil Angkatan 2021 (ASPIRE), yang telah kebersamai penulis sejak awal masa perkuliahan dengan semangat, kebersamaan, dan dukungan yang luar biasa hingga terselesaikannya penulisan ini. Terima kasih atas setiap kisah, kenangan, dan perjuangan yang terukir, yang akan senantiasa hidup dalam ingatan penulis. Semoga seluruh cita-cita yang diimpikan dapat terwujud dan kesuksesan senantiasa menyertai langkah kalian di masa mendatang, AAMIIN.
18. Dan kepada seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan dan dukungan sepanjang perjalanan hidup hingga saat ini, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi yang berarti bagi pembaca dan pihak-pihak terkait.

Bandar Lampung, Januari 2026
Penulis,

M. Idham Syaifila

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL	v
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.4.1 Manfaat Umum	4
1.4.2 Manfaat Khusus	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Air Bersih.....	6
2.2 Persyaratan Dalam Penyediaan Air Bersih	6
2.3 Kebutuhan Air Bersih	8
2.3.1 Kebutuhan air domestik	8
2.3.2 Kebutuhan air non-domestik.....	10
2.3.3 Kebutuhan air total.....	11
2.4 Kebocoran atau Kehilangan.....	11
2.5 Fluktuasi Kebutuhan Air.....	12
2.5.1 Kebutuhan air rata-rata harian.....	12
2.5.2 Kebutuhan air maksimum harian	13

2.5.3	Kebutuhan air maksimum jam puncak.....	13
2.6	Hidrolika Perpipaan	13
2.7	Kehilangan Tekanan	15
2.8	Aplikasi Epanet.....	16
2.9	Pompa	18
2.10	Penelitian Terdahulu	19
2.10.1	(Alfitra, 2023)	19
2.10.2	(Rohman et al., 2024).....	20
2.10.3	(Luan et al., 2019)	21
2.10.4	(Mulyono et al., 2024).....	22
III.	METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1	Lokasi Penelitian.....	23
3.2	Metode Penelitian	24
3.3	Variabel Penelitian.....	24
3.3.1	Variabel Bebas/ Independent (Variabel X)	24
3.3.2	Variabel Terikat/Dependent (Variabel Y).....	24
3.4	Teknik Pengumpulan Data.....	25
3.4.1	Pengumpulan Data Primer	25
3.4.2	Pengumpulan Data Sekunder	25
3.5	Metode Analisis dan Perbandingan Data	25
3.6	Diagram Alur Penelitian	26
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1	Kebutuhan Air.....	27
4.2	Jaringan Pipa Distribusi	29
4.2.1.	Sistem Distribusi Air dengan Gravitasi	40
4.2.2.	Sistem Distribusi Air dengan Pompa	48

4.3 Daftar Harga Upah Dan Bahan	56
4.4 Analisa Harga Satuan Pekerjaan	59
4.5 Penyusunan Rencana Anggaran Biaya	59
4.6 Rekapitulasi RAB	68
4.7 Pembahasan.....	70
4.7.1 Pembahasan Teknis.....	70
4.7.2 Pembahasan Biaya	72
V. KESIMPULAN DAN SARAN	74
5.1 Kesimpulan	74
5.2 Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Aplikasi EPANET.....	17
Gambar 2. Tampilan Antarmuka EPANET	17
Gambar 3. Lokasi Penelitian	23
Gambar 4. Diagram Alur Penelitian.....	26
Gambar 5. Skema Jaringan Pipa Distribusi pada Program Epanet 2.2.	31
Gambar 6. Menu Time Pattern pada Program Epanet 2.2.....	39
Gambar 7. Skema Perencanaan 20 tahun jam normal.....	40
Gambar 8. Skema Perencanaan 20 tahun jam puncak.	41
Gambar 9. Skema Perencanaan 30 tahun jam normal.....	42
Gambar 10. Skema Perencanaan 30 tahun jam puncak.	43
Gambar 11. Skema Perencanaan 40 tahun jam normal.....	44
Gambar 12. Skema Perencanaan 40 tahun jam puncak.	45
Gambar 13. Skema Perencanaan 50 tahun jam normal.....	46
Gambar 14. Skema Perencanaan 50 tahun jam puncak.	47
Gambar 15. Skema Perencanaan 20 tahun jam normal.....	48
Gambar 16. Skema Perencanaan 20 tahun jam puncak.	49
Gambar 17. Skema Perencanaan 30 tahun jam normal.....	50
Gambar 18. Skema Perencanaan 30 tahun jam puncak.	51
Gambar 19. Skema Perencanaan 40 tahun jam normal.....	52
Gambar 20. Skema Perencanaan 40 tahun jam puncak.	53
Gambar 21. Skema Perencanaan 50 tahun jam normal.....	54
Gambar 22. Skema Perencanaan 50 tahun jam puncak.	55

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kriteria Perencanaan Air Bersih.....	9
Tabel 2. Kebutuhan Air Non Domestik untuk Kota.....	10
Tabel 3. Perhitungan Kebutuhan Air G45 Kalibalau Kencana tahun perencanaan 20 tahun.....	27
Tabel 4. Perhitungan Kebutuhan Air G45 Kalibalau Kencana tahun perencanaan 30 tahun.....	28
Tabel 5. Perhitungan Kebutuhan Air G45 Kalibalau Kencana tahun perencanaan 40 tahun.....	28
Tabel 6. Perhitungan Kebutuhan Air G45 Kalibalau Kencana tahun perencanaan 50 tahun.....	29
Tabel 7. Koefisien Kekasaran Hazen-William.....	32
Tabel 8. Tabel Dimensi Pipa dipasaran	32
Tabel 9. Hasil Analisis Link Epanet 2.2 Untuk Mendapatkan Diameter.	34
Tabel 10. Kriteria Pipa Distribusi.....	37
Tabel 11. Faktor Pengali Kebutuhan Air Bersih.	38
Tabel 12. Harga Upah.....	56
Tabel 13. Harga Bahan	56
Tabel 14. Rab Pengadaan Dan Pemasangan Pipa Distribusi Termasuk Accessories	59
Tabel 15. Rab Pengadaan Dan Pemasangan Pipa Distribusi, Pompa Booster Serta Accessories.....	63
Tabel 16. Rekap Rab Pengadaan Dan Pemasangan Pipa Distribusi Termasuk Accessories.....	68
Tabel 17. Rekap Rab Pengadaan Dan Pemasangan Pipa Distribusi, Pompa Booster Serta Accessories.....	69

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air bersih merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Selain menjadi kebutuhan pokok sehari-hari, air juga berperan dalam menjaga kebersihan, menunjang aktivitas rumah tangga, serta mendukung sektor pertanian dan industri. Ketersediaan dan kualitas air bersih memiliki peran strategis dalam menjaga kesehatan masyarakat serta mendukung pertumbuhan ekonomi yang inklusif. Akses terhadap air bersih adalah hak asasi manusia yang mendasar untuk menjaga kesehatan masyarakat. Dalam masa pertumbuhan ekonomi yang cepat, keterbatasan akses terhadap air bersih berpotensi memperdalam ketimpangan sosial di masyarakat (Nurhidayati & Sunitiyoso, 2024). Situasi ini semakin diperparah oleh menurunnya kualitas air akibat berbagai bentuk pencemaran, baik secara fisik seperti peningkatan suhu maupun secara kimia melalui masuknya zat polutan yang melebihi ambang batas yang diperkenankan (Fathoni et al., 2015).

Meski demikian, tantangan dalam memenuhi kebutuhan air bersih tidak hanya terletak pada ketersediaan dan pencemaran, tetapi juga pada sistem distribusinya. Air yang melimpah di suatu lokasi belum tentu dapat langsung dimanfaatkan masyarakat tanpa infrastruktur distribusi yang memadai. Jaringan distribusi air memiliki peran penting dalam menyalurkan air dari berbagai sumber, seperti mata air, sungai, atau instalasi pengolahan, secara merata dan efisien ke seluruh area layanan. Kinerja dan keandalan sistem distribusi air sangat menentukan keberhasilan penyediaan akses air bersih yang adil dan berkelanjutan bagi masyarakat. Menurut (Chandapillai et al., 2012), Untuk memastikan keandalan sistem suplai air secara keseluruhan, setiap komponen

dalam jaringan distribusi harus dirancang secara cermat, termasuk pipa, katup, dan titik-titik sambung.

Perencanaan jaringan air tidak bisa dilakukan secara sembarangan, melainkan memerlukan pendekatan teknis yang matang dengan mempertimbangkan aspek hidraulik, efisiensi energi, dan keberlanjutan jangka panjang (Jaya, 2021). Salah satu elemen penting dalam perencanaan adalah pemilihan metode distribusi, apakah menggunakan pompa mekanis atau memanfaatkan gaya gravitasi alami, yang harus disesuaikan dengan karakteristik wilayah dan kebutuhan pengguna. Kemajuan teknologi memungkinkan penggunaan perangkat lunak simulasi seperti *EPANET* versi 2.2 untuk memodelkan skenario distribusi air, sehingga desain jaringan perpipaan dapat dievaluasi secara lebih akurat dan efisien. Dalam sistem jaringan air, perancangan perpipaan memegang peran krusial sebagai jalur utama aliran air. Desain yang tepat bertujuan untuk memastikan distribusi berjalan lancar, meminimalkan kehilangan tekanan, mencegah kebocoran, serta meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan. Desain yang optimal harus mempertimbangkan diameter pipa, material, dan tata letak untuk mencapai keseimbangan antara kinerja hidraulik dan biaya (AbdelMeguid, 2013).

Dengan kemajuan teknologi simulasi seperti *EPANET* versi 2.2, perancangan jaringan perpipaan kini dapat dilakukan secara lebih presisi dan realistis sebelum diterapkan di lapangan. Perangkat lunak ini memungkinkan evaluasi skenario teknis dengan mempertimbangkan variabel penting seperti tekanan, kecepatan aliran, dan kehilangan tekanan (Caleb, 2022). Bahkan dalam sistem berbasis gravitasi, *EPANET* terbukti efektif untuk menganalisis tingkat hidraulik, laju aliran, serta head loss per satuan panjang (Halder, 2016). Analisis ini sangat penting, terutama dalam proyek pengembangan jaringan air di daerah seperti Kalibalau dan Bandar Lampung, di mana efisiensi dan keandalan distribusi air menjadi fokus utama.

Dalam kajian terkait sistem distribusi air bersih, beberapa penelitian sebelumnya telah menggunakan pendekatan simulasi untuk menilai kinerja perencanaan jaringan. Program *EPANET* dapat digunakan untuk menganalisis kinerja jaringan pipa distribusi air bersih, yang dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti ukuran pipa, penggunaan pompa, dan kapasitas instalasi pengolahan (Bakar et al., 2023). Sementara itu penelitian oleh (Luan et al., 2019), meneliti debit dengan membandingkan *output* dari *software Epanet* dengan perhitungan manual dengan metode *Hardy Cross*.

Penelitian sebelumnya telah mengkaji kinerja jaringan distribusi air bersih menggunakan perangkat lunak EPANET dengan desain jaringan berbentuk loop, kemudian membandingkan hasil simulasi dengan perhitungan manual. Penelitian ini memiliki pendekatan yang sedikit berbeda, yaitu membandingkan hasil output EPANET berdasarkan dua jenis desain perpipaan, yakni sistem yang menggunakan pompa mekanis dan sistem yang memanfaatkan gaya gravitasi. Fokusnya adalah meninjau efektivitas yaitu, seberapa baik sistem tersebut mampu mencapai tujuan pelayanan yang direncanakan baik dari sisi kinerja hidraulik, kontinuitas aliran, maupun efisiensi biaya dari kedua sistem dalam mengalir wilayah Kalibalarau untuk mengetahui desain mana yang lebih efisien dan sesuai dengan kondisi wilayah tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana hasil perencanaan menggunakan EPANET dapat membantu menentukan ukuran diameter pipa yang sesuai dalam sistem distribusi air bersih?
2. Bagaimana perbandingan antara kedua desain perpipaan menggunakan pompa dan memanfaatkan gravitasi dapat digunakan untuk menentukan desain yang paling tepat dan efisien untuk diterapkan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, berikut adalah tujuan penelitian yang dapat dirumuskan:

1. Untuk menganalisis perencanaan menggunakan software EPANET dalam menentukan ukuran diameter pipa yang sesuai untuk sistem distribusi air menggunakan Pompa maupun Gravitasi.
2. Untuk membandingkan dua desain sistem distribusi air menggunakan pompa dan gravitasi guna menentukan desain yang tepat dengan kondisi topografi dan efisien pada wilayah DMA G45 Kalibalau.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Umum

1. Referensi pustaka literatur ketekniksipilan dibidang hidroteknik.
2. Mengembangkan pengetahuan mengenai penggunaan *software* Epanet.

1.4.2 Manfaat Khusus

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan menjadi bahan dalam perencanaan infrastuktur khususnya pada jaringan perpipaan. Diharapkan juga hasil penelitian ini dapat menjadi referensi dan pembanding untuk penelitian selanjutnya di bidang sama.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Wilayah lokasi yang ditinjau adalah DMA G45 Kalibalau Kencana.
2. Dalam perencanaan jaringan pipa menggunakan aplikasi Epanet 2.2.
3. Air bersih yang digunakan berasal dari bangunan *Reservoir* yang berada di Rajabasa.
4. Dalam perhitungan menggunakan pola pengoperasian pompa dan non-pompa.
5. Objek nilai perbandingan dilihat dari output Epanet 2.2 dan biaya rencana.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang berfungsi sebagai kerangka penyajian skripsi, diperlukan agar memudahkan pemahaman dan penelusuran isi penelitian ini, Sistematika penulisan skripsi ini meliputi:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang teori dasar dan hasil kajian penelitian sebelumnya sebagai penunjang penelitian yang akan dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi uraian tentang metode penelitian yang akan digunakan, termasuk pemilihan lokasi, data yang dikumpulkan, dan penjelasan tentang analisis data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang hasil pengumpulan data, pengolahan data, analisis serta pembahasan data berdasarkan teori yang ada.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan akhir yang merupakan hasil dari pembahasan yang didapat dari pengolahan data dan saran dari hasil tersebut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Bersih

Air bersih merupakan salah satu jenis air yang berperan penting dalam kehidupan manusia karena digunakan untuk berbagai keperluan sehari-hari. Meskipun tidak langsung bisa diminum, air ini bisa dikonsumsi setelah melalui proses pengolahan tertentu, seperti pemasakan atau penyaringan menggunakan alat khusus. Dalam aktivitas harian, air bersih sangat dibutuhkan untuk hal-hal seperti mencuci pakaian, memasak makanan, mandi, dan membersihkan peralatan rumah tangga.

Di masyarakat, jenis air bersih yang paling umum digunakan adalah yang tidak memiliki bau, tidak berwarna, dan tampak bening atau jernih secara visual. Namun, dalam praktiknya, tidak semua air bersih memiliki karakteristik fisik yang sama. Ada air bersih yang mungkin sedikit berwarna atau memiliki aroma tertentu, tergantung dari sumbernya, meskipun masih dalam batas yang dianggap aman. Masyarakat umumnya lebih memilih air yang terlihat alami dan tidak mencurigakan secara visual maupun aromanya, karena dianggap lebih aman dan nyaman untuk digunakan sehari-hari.

2.2 Persyaratan Dalam Penyediaan Air Bersih

Untuk menjaga kualitas dan kuantitas air yang disediakan serta kontinuitas pengaliran air minum persyaratan dibuat berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 12 tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum dengan judul Umum pasal 4 ayat (2) SPAM jaringan perpipaan dengan mengadaptasi konsep 3K yang harus dipenuhi, yaitu :

1. Kuantitas

Penyediaan air harus cukup untuk memenuhi kebutuhan masyarakat sehari-hari. Kuantitas air dihitung berdasarkan kebutuhan minimum individu dan aktivitas rumah tangga.

Ketentuan Kuantitas:

Standar kebutuhan minimum air bersih menurut WHO dan Kemenkes RI adalah sekitar 60 Liter/orang/hari. Dalam SPAM, penyediaan air disesuaikan dengan jumlah penduduk, pola permukiman, dan proyeksi pertumbuhan penduduk. Sistem penyediaan air harus dapat mendistribusikan volume air yang memadai dan berkelanjutan, baik di daerah perkotaan maupun pedesaan.

2. Kualitas

Air bersih yang disalurkan harus memenuhi standar kualitas yang ditetapkan untuk menjamin keamanan dan kesehatan pengguna.

Standar Kualitas mencakup:

- a) Fisik: Jernih, tidak berbau, tidak berasa, dan tidak berwarna menyolok.
- b) Kimiawi: Bebas dari zat-zat berbahaya seperti timbal, arsen, besi berlebih, amonia, dan bahan kimia beracun lainnya.
- c) Mikrobiologis: Tidak mengandung mikroorganisme patogen (misalnya *E. coli* dan bakteri koliform).
- d) Radioaktivitas: Tidak mengandung unsur radioaktif melebihi ambang batas.

3. Kontinuitas

Penyediaan air bersih harus berlangsung terus menerus, tidak terputus, dan bisa diandalkan dalam jangka panjang.

Kontinuitas mencakup:

- a) Air harus tersedia setiap hari, dalam periode waktu yang konsisten, minimal 24 jam per hari untuk daerah yang sudah maju sistemnya.
- b) Sistem distribusi harus tahan terhadap gangguan teknis, kondisi cuaca ekstrem, atau risiko bencana.

- c) Harus ada perencanaan jangka panjang agar pasokan tetap terjaga meskipun ada perubahan iklim, pertumbuhan penduduk, atau urbanisasi.

2.3 Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih merujuk pada jumlah air yang diperlukan untuk memenuhi keperluan masyarakat di suatu wilayah tertentu. Penggunaan air bersih oleh masyarakat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kondisi iklim, karakteristik demografis, keberadaan industri, mutu air yang tersedia, serta harga air itu sendiri. Untuk memperkirakan kebutuhan air bersih, biasanya dilakukan proyeksi berdasarkan perhitungan kebutuhan air untuk berbagai aktivitas, dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang memengaruhinya (Simanjuntak et al., 2021).

2.3.1 Kebutuhan air domestik

Kebutuhan air domestik mengacu pada volume air bersih yang dipakai oleh individu atau keluarga untuk kegiatan sehari-hari di rumah. Hal ini meliputi konsumsi air untuk minum, memasak, mandi, mencuci pakaian dan peralatan, serta penggunaan fasilitas sanitasi seperti toilet dan lainnya. Kebutuhan air domestik dihitung dengan mempertimbangkan jumlah penduduk, standar konsumsi harian (liter per kapita per hari), serta tingkat pelayanan yang tersedia. Secara umum, standar yang digunakan berkisar antara 60 hingga 150 liter per orang per hari, tergantung pada lokasi (Sururi & Hardika, 2024). Rumus untuk mengetahui kebutuhan air domestik dapat dilihat pada persamaan di bawah ini.

$$q_D = P_n \times (p_l\%) \times S \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- q_D = Kebutuhan air domestik (Liter/hari)
 P_n = Jumlah penduduk proyeksi n tahun (jiwa)
 $p_l\%$ = Prosentase pelayanan yang akan dilayani
 S = Standar kebutuhan air rata-rata (Liter/org/hari)

Berikut tabel kriteria perencanaan air bersih pada tiap-tiap kategori

Tabel 1. Kriteria Perencanaan Air Bersih.

No	Uraian	Kategori Berdasarkan Jumlah Penduduk (Jiwa)				
		> 1.000.000	500.000 - 1.000.000	100.000 - 500.000	20.000 - 100.000	< 20.000
		Metro	Besar	Sedang	Kecil	Desa
1	Konsumsi unit sambungan rumah (liter/hari)	190	170	150	130	80
2	Konsumsi unit hidran umum (liter/hari)	30	30	30	30	30
3	Konsumsi unit non domestik: a. Niaga kecil b. Niaga besar c. Industri besar d. Pariwisata	600 - 900 1000 - 5000 0,2 - 0,8 0,1 - 0,3	600 - 900 1000 - 5000 0,2 - 0,8 0,1 - 0,3		600 1500 0,2 - 0,8 0,1 - 0,3	
4	Kehilangan air (%)	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30	20 - 30
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	5	5	5	5	5
8	Jumlah jiwa per HU	100	100	100	100	100
9	Sisa tekan jaringan distribusi (mka)	10	10	10	10	10
10	Jam operasi	24	24	24	24	24
11	Volume reservoir (%)	20	20	20	20	20
12	SR : HU	50:50 s/d 80:20	50:50 s/d 80:20	80:20	70:30	70:30
13	Cakupan pelayanan (%)	*) 90	90	90	90	**) 70

berdasarkan jumlah penduduk :

*) 60% perpipaan, 30% non perpipaan

**) 25% perpipaan, 45% non perpipaan

Sumber : Kriteria Ditjen Cipta Karya Dinas PU, 2000

Sebelum melakukan perhitungan kebutuhan air domestik, langkah awal yang perlu dilakukan adalah menentukan proyeksi jumlah penduduk. Estimasi penduduk ini menjadi dasar utama dalam memperkirakan volume kebutuhan air domestik di masa mendatang. Metode yang digunakan untuk menghitung proyeksi penduduk pada tahun mendatang adalah metode geometrik, yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$P_n = P_o \times (1 + r)^n \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

P_n = Jumlah penduduk pada tahun proyeksi (jiwa)

P_o = Jumlah penduduk pada awal proyeksi (jiwa)

r = Rasio pertumbuhan penduduk/populasi (%)

n = Jumlah tahun proyeksi (tahun)

2.3.2 Kebutuhan air non-domestik

Kebutuhan air non-domestik adalah konsumsi air oleh sektor di luar kebutuhan rumah tangga, mencakup pelayanan publik dan kegiatan ekonomi (Salilama, 2016). Kebutuhan air non-domestik mencakup penggunaan air bersih untuk fasilitas umum seperti sekolah dan rumah sakit, sektor komersial seperti restoran dan hotel, serta industri dan pemerintahan. Penggunaan air ini tidak terkait langsung dengan rumah tangga, tetapi mendukung fungsi sosial dan ekonomi masyarakat. Diperkirakan, kebutuhan air non-domestik, yang meliputi sektor komersial dan sosial, mencapai 15% - 30% dari total penggunaan air domestik. Kebutuhan ini cenderung meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah dan kepadatan penduduk. tandar kebutuhan air non domestik menurut kriteria perencanaan pada Dinas PU dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 2. Kebutuhan Air Non Domestik untuk Kota.

No	Fasilitas (Non Rumah Tangga)	Pemakaian Air	Satuan
1	Asrama	120	Liter/ penghuni/hari
2	Taman kanak-kanak	10	Liter/ siswa/ hari
3	SLTP	40	Liter/ siswa/ hari
4	Sekolah Dasar	50	Liter / siswa/ hari
5	SMU/SMK dan lebih tinggi	80	Liter / siswa/ hari
6	Rumah sakit	500	Liter / bed/ hari
7	Puskesmas	500 – 1.000	Liter /unit/ hari
8	Puskesmas pembantu	500 – 1.000	Liter /unit/ hari
9	Posyandu	500	Liter /unit/ hari
10	Peribadatan	500 – 2.000	Liter /unit/ hari
11	Kantor	100	Liter / pegawai/ hari
12	Toko	100 - 200	Liter /unit/ hari
13	Rumah makan	1.000	Liter /unit/ hari

No	Fasilitas (Non Rumah Tangga)	Pemakaian Air	Satuan
14	Hotel/ Losmen	250 - 300	Liter /unit/ hari
15	Pasar	6.000 – 12.000	Liter /unit/ hari
16	Pabrik/ Industri	60 - 100	Liter / orang/hari
17	Pelabuhan / Terminal	10.000 -20.000	Liter /unit/ hari
18	SPBU	5.000 – 20.000	Liter /unit/ hari
19	Pertamanan	25.000	Liter /unit/ hari

Sumber : Kriteria Ditjen Cipta Karya Dinas PU

Berikut cara untuk menghitung kebutuhan air non domestik, digunakan rumus sebagai berikut :

$$q_{nD} = F \times S \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

q_{nD} = Kebutuhan air non domestik (Liter/hari)

F = Jumlah fasilitas (jiwa atau bed atau unit atau hektar)

S = Standar kebutuhan air rata-rata (Liter/org/hari atau Liter/bed/hari atau Liter/unit/hari atau Liter/hektar/hari)

2.3.3 Kebutuhan air total

Kebutuhan air total diperoleh dari penjumlahan antara kebutuhan air domestik dan kebutuhan air non-domestik. Adapun rumus untuk menghitung kebutuhan air total yang dapat digunakan sebagai berikut:

$$q_T = q_D + q_{nD} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

q_T = Kebutuhan air total (Liter/hari)

q_D = Kebutuhan air domestik (Liter/hari)

q_{nD} = Kebutuhan air non domestik (Liter/hari)

2.4 Kebocoran atau Kehilangan

Dalam sistem jaringan perpipaan, penting untuk memperhitungkan potensi kebocoran atau kehilangan air guna mencegah terjadinya kekurangan pasokan ke konsumen. Kehilangan air yang tidak terdeteksi, seperti akibat kerusakan pipa, sambungan yang tidak rapat, atau pencurian air, dapat menyebabkan gangguan distribusi dan menurunkan efisiensi sistem. Oleh karena itu, identifikasi dan pengendalian kebocoran menjadi bagian krusial dalam

perencanaan dan pengelolaan sistem distribusi air yang andal dan berkelanjutan. Untuk perhitungan kebocoran atau kehilangan air dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$q_{HL} = q_T \times (K_t\%) \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

q_{HL} = Kebocoran atau kehilangan air (Liter/hari)

q_T = Kebutuhan air total (Liter/hari)

$K_t\%$ = Prosentase kehilangan atau kebocoran

2.5 Fluktuasi Kebutuhan Air

Fluktuasi kebutuhan air adalah variasi atau perubahan jumlah konsumsi air yang terjadi dalam rentang waktu tertentu, baik harian maupun jam-jaman, yang dipengaruhi oleh aktivitas pengguna, waktu, cuaca, dan kondisi sosial ekonomi masyarakat. Dalam konteks perencanaan teknis Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) menurut SNI 7509:2011, fluktuasi ini menjadi dasar penting untuk menentukan kapasitas sistem agar dapat melayani beban puncak konsumsi air. Kebutuhan air dibagi menjadi beberapa kategori, yaitu kebutuhan air rata-rata harian, kebutuhan air maksimum harian, dan kebutuhan air maksimum jam puncak.

2.5.1 Kebutuhan air rata-rata harian

Kebutuhan air rata-rata harian adalah jumlah total air yang digunakan oleh seluruh populasi dalam satu hari dibagi dengan jumlah hari dalam setahun. Nilainya dihitung dengan rumus:

$$q_{RH} = q_T + q_{HL} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan :

q_{RH} = Kebutuhan air rata-rata (Liter/hari)

q_T = Kebutuhan air total (Liter/hari)

q_{HL} = Kebocoran atau kehilangan air (Liter/hari)

2.5.2 Kebutuhan air maksimum harian

Kebutuhan air maksimum harian merupakan jumlah air maksimum yang digunakan dalam satu hari pada saat penggunaan tertinggi dalam setahun, dan dihitung dengan mengalikan kebutuhan rata-rata harian dengan koefisien fluktuasi harian, yang dapat dilihat pada tabel 2.1

$$q_{\max} = F \times q_{RH} \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan :

$q_{\max}$ = Kebutuhan air hari maksimum (Liter/hari)

q_{RH} = Kebutuhan air rata-rata (Liter/hari)

F = Faktor hari maksimum

2.5.3 Kebutuhan air maksimum jam puncak

Kebutuhan air maksimum jam puncak adalah jumlah air yang dikonsumsi pada satu jam dengan penggunaan tertinggi dalam satu hari, dan dihitung dengan mengalikan kebutuhan maksimum harian dengan koefisien fluktuasi jam puncak, yang dapat dilihat pada tabel 2.1

$$q_{\text{peak}} = F \times q_{RH} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan : q_{peak} = Kebutuhan air jam puncak (Liter/hari)

q_{RH} = Kebutuhan air rata-rata (Liter/hari)

F = Faktor jam puncak

2.6 Hidrolika Perpipaan

Dalam perhitungan hidrolika perpipaan terdapat beberapa persamaan untuk menganalisis aliran fluida dalam pipa. Persamaan-persamaan tersebut merujuk pada hukum konservasi massa, momentum dan energi.

1. Persamaan Kontinuitas (Kekekalan Massa)

Untuk aliran fluida termampatkan :

$$Q = A \times v \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan:

Q = debit aliran (m^3/s)

A = luas penampang pipa (m^2)

v = kecepatan aliran (m/s)

Sumber : (Munson, 2009)

2. Persamaan Bernoulli (Kekkekalan Energi)

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2 \dots\dots (10)$$

Keterangan:

 P = tekanan (Pa) ρ = massa jenis fluida (N/m³) v = kecepatan aliran fluida (m/s) h = ketinggian (m) g = percepatan gravitasi (9.81 m/s²)*Sumber : (Streeter, 1998)*

3. Persamaan Darcy–Weisbach (Kehilangan Energi Gesekan)

$$h_f = f \times (L/D) \times (v^2/2g) \dots\dots\dots (11)$$

Keterangan:

 f = faktor gesekan Darcy L = panjang pipa (m) D = diameter pipa (m) v = kecepatan fluida (m/s)*Sumber : (Fox, 2011)*

4. Bilangan Reynolds

$$Re = (\rho \times v \times D) / \mu \dots\dots\dots (12)$$

Keterangan:

 ρ = massa jenis fluida (kg/m³) μ = viskositas dinamik (Pa·s) $Re < 2000$: aliran laminar $Re > 4000$: aliran turbulen*Sumber : (White, 2011)*5. Persamaan Colebrook-White (untuk f dalam aliran turbulen)

$$1/\sqrt{f} = -2 \times \log_{10}((\epsilon/D)/3.7 + 2.51 / (Re \times \sqrt{f})) \dots\dots\dots (13)$$

 ϵ = kekasaran relatif pipa*Sumber : (Moody, 1944)*

6. Persamaan Hazen-Williams (khusus air bersih)

$$h_f = 10.67 \times (L / (C^{1.852} \times D^{4.87})) \times Q^{1.852} \dots\dots\dots (14)$$

 C = koefisien kekasaran (100–150)

D = diameter pipa (m)

Q = debit (m³/s)

Sumber : (Hammer, 2012)

2.7 Kehilangan Tekanan

Dalam sistem perpipaan, air yang mengalir akan mengalami hambatan akibat interaksi dengan dinding pipa serta adanya sambungan atau perubahan arah aliran. Hambatan ini menyebabkan kehilangan tekanan atau penurunan energi aliran yang disebut sebagai head loss. Secara umum, kehilangan tekanan ini dibedakan menjadi dua jenis utama yaitu kehilangan primer (*major losses*) dan kehilangan sekunder (*minor losses*).

Kehilangan tekanan utama (*major losses*) disebabkan oleh gesekan antara fluida dan dinding pipa sepanjang aliran. Faktor-faktor yang memengaruhi antara lain kecepatan aliran, panjang dan diameter pipa, serta kekasaran permukaan pipa. Rumus yang umum digunakan untuk menghitung kehilangan ini adalah persamaan Darcy–Weisbach:

$$h_f = f \times (L / D) \times (v^2 / 2g) \dots\dots\dots (15)$$

Keterangan:

h_f = kehilangan tekanan utama (m)

f = faktor gesekan

L = panjang pipa (m)

D = diameter pipa (m)

v = kecepatan fluida (m/s)

g = percepatan gravitasi (9.81 m/s²)

Faktor gesekan f dalam persamaan di atas tergantung pada kondisi aliran dan sifat permukaan pipa. Untuk aliran turbulen, nilai f diperoleh melalui persamaan empiris Colebrook–White berikut:

$$1 / \sqrt{f} = -2 \log_{10}((\epsilon / D) / 3.7 + 2.51 / (Re \times \sqrt{f})) \dots\dots (16)$$

Keterangan:

ϵ = kekasaran relatif pipa

Re = bilangan Reynolds

Kehilangan sekunder (minor losses) terjadi akibat adanya gangguan aliran seperti belokan, penyempitan, katup, dan sambungan lainnya. Walaupun disebut minor, kehilangan ini bisa signifikan apabila jumlah fitting dalam sistem cukup banyak. Rumus yang digunakan untuk menghitung kehilangan minor adalah:

$$h_m = K \times (v^2 / 2g) \dots\dots\dots(17)$$

Keterangan:

h_m = kehilangan minor (m)

K = koefisien kehilangan *fitting*

v = kecepatan aliran (m/s)

Total kehilangan tekanan dalam sistem adalah gabungan dari seluruh kehilangan utama dan minor, yang dirumuskan sebagai berikut:

$$h_{total} = h_f + \Sigma h_m \dots\dots\dots(18)$$

Sebagai tambahan, untuk sistem distribusi air bersih yang mengalir penuh dalam pipa besar, dapat digunakan persamaan Hazen–Williams yang lebih sederhana secara numerik:

$$h_f = 10.67 \times (L / (C^{1.852} \times D^{4.87})) \times Q^{1.852} \dots\dots\dots(19)$$

Keterangan:

h_f = kehilangan tekanan (m)

C = koefisien kekasaran (100–150)

D = diameter pipa (m)

Q = debit aliran (m³/s)

Pemahaman dan penerapan rumus-rumus ini penting dalam perencanaan dan desain sistem perpipaan agar aliran dapat berjalan efisien dan tekanan yang tersedia mencukupi kebutuhan sistem.

2.8 Aplikasi Epanet

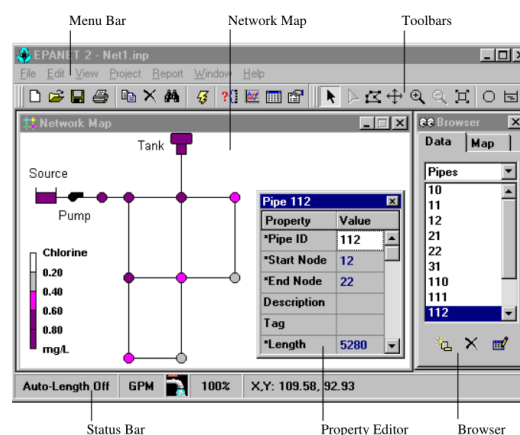
EPANET adalah perangkat lunak *open source* yang banyak digunakan untuk memodelkan dan menganalisis sistem distribusi air bersih, memungkinkan simulasi hidrolis dan kualitas air dalam jaringan perpipaan secara rinci. Aplikasi ini sangat berguna bagi insinyur dan perencana untuk merencanakan, mendesain, serta mengelola sistem distribusi air secara lebih efisien dan

berkelanjutan. Dalam praktik penggunaannya, langkah awal adalah membuat model jaringan distribusi dengan menginput data geometris pipa, *node* (titik sambung), sumber air, dan komponen lain seperti pompa dan reservoir.



Gambar 1. Aplikasi EPANET

Pengguna kemudian mengatur parameter seperti permintaan air pada tiap node, sifat material pipa, dan kondisi operasional sistem. Setelah semua data dimasukkan, simulasi hidrolis dapat dijalankan untuk mengukur debit dan tekanan di seluruh jaringan, serta analisis kualitas air, termasuk simulasi difusi zat kontaminan dan waktu tinggal air dalam jaringan. Hasil simulasi dapat dianalisis secara grafik maupun tabel, memungkinkan evaluasi efisiensi sistem dan identifikasi potensi masalah seperti titik tekanan rendah atau risiko kontaminasi. Dengan fitur-fitur komprehensif tersebut, EPANET menjadi alat alternatif andal dalam perencanaan dan pemeliharaan jaringan distribusi air bersih.



Gambar 2. Tampilan Antarmuka EPANET

Sumber: EPANET 2.2 Documentation – Workspace Overview

Dengan pendekatan EPANET 2.0, dilakukan analisis efisiensi penggunaan sumber daya air untuk mendukung distribusi air minum perkotaan, menghasilkan desain pipa dan pompa yang optimal (Prakoso et al., 2024). Perangkat lunak ini memungkinkan simulasi tekanan, kecepatan aliran, dan kehilangan energi dalam jaringan secara dinamis, sehingga perencanaan sistem distribusi dapat disesuaikan dengan kondisi nyata di lapangan. Selain itu, EPANET 2.0 juga mendukung analisis skenario darurat dan pengaturan operasi katup serta tangki, yang sangat penting dalam menjamin kontinuitas pelayanan air bersih di wilayah perkotaan dengan pertumbuhan penduduk yang cepat.

2.9 Pompa

Pompa berfungsi untuk mengalirkan atau mengangkat cairan dari tempat dengan elevasi rendah menuju lokasi yang lebih tinggi. Sementara itu, proses pemompaan diartikan sebagai pemberian energi tambahan pada fluida guna memindahkannya dari tekanan atau ketinggian rendah ke tekanan atau ketinggian yang lebih tinggi (Church, 1990).

Dalam operasional pompa, dua komponen penting yang harus diperhatikan adalah kapasitas dan head. Kapasitas merujuk pada jumlah cairan yang dapat dipindahkan oleh pompa dalam satuan waktu, biasanya diukur dalam liter per detik atau meter kubik per jam. Kapasitas yang tepat sangat penting untuk memenuhi kebutuhan aliran cairan dalam berbagai aplikasi, seperti industri, irigasi, dan distribusi air. Sementara itu, head adalah ukuran energi yang diberikan oleh pompa untuk memindahkan cairan, mencakup total head yang diperlukan untuk mengatasi perbedaan ketinggian dan kehilangan head akibat gesekan dalam pipa. Head yang cukup diperlukan agar cairan dapat mengalir dengan baik melalui sistem perpipaan.

Pompa memiliki peran penting dalam mensimulasikan aliran air dalam sistem distribusi, seperti pada aplikasi EPANET, di mana pompa mengatur tekanan dan laju aliran air sesuai kebutuhan di berbagai titik jaringan. Sebagai komponen utama, pompa meningkatkan head hidrolis agar air dapat mengalir dengan tekanan yang cukup. Dalam operasional sehari-hari, pompa dapat bekerja

dengan energi konstan, menyediakan suplai energi stabil untuk berbagai kombinasi aliran dan head sesuai kondisi jaringan yang dinamis. Ini memungkinkan penyesuaian kinerja pompa dengan perubahan kebutuhan aliran dan tekanan, serta menjaga keseimbangan distribusi air secara efisien.

Penggunaan pompa dalam software EPANET berperan untuk meningkatkan tekanan dalam sistem distribusi air, sehingga memungkinkan aliran air dari sumber menuju titik konsumsi. Pengguna dapat mengatur parameter seperti aliran desain dan head pompa, yang memungkinkan simulasi kinerja pompa di berbagai kondisi operasional. Selain itu, EPANET dapat menghasilkan kurva pompa untuk analisis lebih mendalam, yang mendukung perencanaan dan evaluasi sistem distribusi air.

2.10 Penelitian Terdahulu

Beberapa referensi yang digunakan dalam pengerjaan penelitian ini :

2.10.1 (Alfitra, 2023)

1. Judul Penelitian

Evaluasi Jaringan Pipa Distribusi di Perumahan Kubang Putih Perumda Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi dengan Metode EPANET 2.2

2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem jaringan distribusi air bersih di Perumahan Kubang Putih, khususnya dalam hal tekanan air dan efisiensi distribusi, menggunakan simulasi hidraulis dengan bantuan perangkat lunak EPANET 2.2.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode simulasi hidraulis. Data utama yang digunakan mencakup debit air masuk, tekanan di lapangan, jumlah sambungan rumah (SR), dan konfigurasi jaringan pipa. EPANET 2.2 digunakan untuk memodelkan kondisi aktual jaringan serta menganalisis tekanan dan debit pada setiap node dalam jaringan distribusi.

4. Hasil Penelitian

Berdasarkan analisis, debit masuk ke jaringan distribusi rata-rata adalah 3,4 liter per detik, sementara debit pemakaian hanya 1,51 liter per detik, sehingga terjadi kehilangan air sebesar 56%. Simulasi menggunakan EPANET 2.2 menunjukkan bahwa banyak titik (node) dalam jaringan mengalami tekanan di bawah standar teknis, bahkan terdapat tekanan negatif pada jam puncak penggunaan (sekitar pukul 18.00 WIB), ketika debit mencapai 3,05 liter per detik. Tekanan rendah ini menunjukkan bahwa jaringan tidak mampu memberikan layanan distribusi air yang optimal. Oleh karena itu, disarankan untuk melakukan perbaikan sistem melalui penggantian pipa, penyesuaian diameter, serta penguatan tekanan menggunakan pompa tambahan. Penggunaan EPANET 2.2 terbukti efektif dalam membantu evaluasi dan perencanaan teknis jaringan perpipaan tersebut.

2.10.2 (Rohman et al., 2024)

1. Judul Penelitian

Perancangan Jaringan Perpipaan Air Bersih dari Sumber Mata Air ke Bak Penampung di Desa Kaduella Kabupaten Kuningan dengan Perangkat Lunak EPANET 2.2

2. Tujuan Penelitian

Merancang sistem perpipaan air bersih untuk memenuhi kebutuhan warga Dusun Bina Bakti Desa Kaduella dengan mempertimbangkan elevasi dan topografi wilayah, serta mengoptimalkan desain menggunakan EPANET 2.2.

3. Metode Penelitian

Penelitian menggunakan data primer dan sekunder yang mencakup topografi, debit kebutuhan rumah tangga, serta pemetaan menggunakan GPS. Simulasi dilakukan menggunakan EPANET 2.2 dengan input data berupa node, elevasi, base demand, serta diameter dan panjang pipa.

4. Hasil Penelitian

Simulasi menunjukkan tekanan air pada jaringan bervariasi antara 10–35 mH₂O dengan kecepatan aliran 1,05–1,52 m/s. Sistem dirancang dengan reservoir pada 355 mdpl dan berhasil menyalurkan air dari sumber yang berada di 338 mdpl ke 15 rumah dengan kebutuhan 120 liter/menit. EPANET terbukti efektif dalam visualisasi dan optimasi sistem.

2.10.3 (Luan et al., 2019)

1. Judul Penelitian

Perbandingan Nilai Debit Akhir Menggunakan Software EPANET 2.0 dengan Hardy Cross Method pada Perencanaan Jaringan Perpipaan Air Bersih.

2. Tujuan Penelitian

Membandingkan hasil debit akhir jaringan perpipaan air bersih di Dusun Oelkiu dan Oetulu, Desa Camplong II, menggunakan metode perhitungan manual *Hardy Cross* dan simulasi hidraulik dengan EPANET 2.0.

3. Metode Penelitian

Dilakukan proyeksi jumlah penduduk hingga tahun 2037 dan perhitungan kebutuhan air domestik dan nondomestik. Jaringan dirancang dalam bentuk loop, dianalisis secara manual menggunakan Hardy Cross dan dibandingkan dengan simulasi EPANET 2.0.

4. Hasil Penelitian

Kebutuhan air pada jam puncak mencapai 4,452 liter/detik. Perbedaan hasil antara metode Hardy Cross dan EPANET 2.0 hanya 1,156%, yang menunjukkan bahwa EPANET dapat mewakili perhitungan manual dengan akurat. EPANET juga memudahkan visualisasi elevasi, tekanan, dan distribusi air di setiap node jaringan.

2.10.4 (Mulyono et al., 2024)

1. Judul Penelitian

Perancangan Perpipaan Air Bersih Dusun Bina Loka Blok 6 Menggunakan Perangkat Lunak EPANET 2.2

2. Tujuan Penelitian

Merancang sistem distribusi air bersih untuk 15 rumah di Dusun Bina Loka, Desa Kaduela, dengan mempertimbangkan topografi berbukit dan sumber air yang tidak stabil, menggunakan pendekatan EPANET 2.2.

3. Metode Penelitian

Data primer diperoleh dari pengukuran langsung elevasi dan debit sumber air, sedangkan data sekunder diperoleh dari pemerintah desa dan SNI kebutuhan air. GPS digunakan untuk memetakan rumah dan menentukan jalur pipa, lalu dianalisis menggunakan EPANET 2.2.

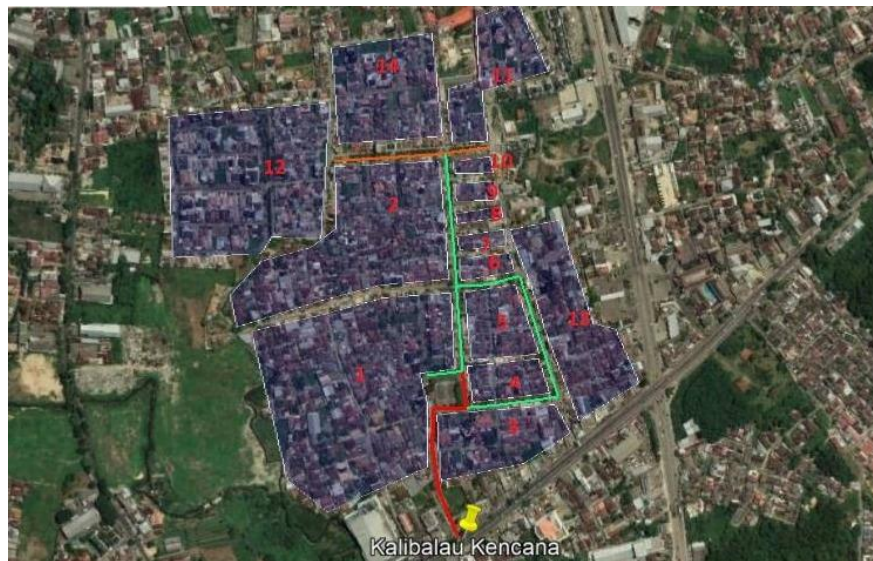
4. Hasil Penelitian

Desain menggunakan sistem dead end dan reservoir di elevasi tertinggi menghasilkan tekanan air antara 5–7 meter, cukup untuk memenuhi kebutuhan warga. Sistem ini juga hemat energi karena memanfaatkan gravitasi. EPANET membantu dalam simulasi tekanan dan pemilihan diameter pipa yang optimal.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kelurahan Kalibalau Kencana, yang terletak di Kecamatan Kedamaian, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung. Kelurahan ini merupakan salah satu wilayah dengan karakteristik topografi yang cukup bervariasi, terdiri atas kawasan permukiman padat penduduk yang berkembang pesat. Sebagai daerah penyangga perkotaan, Kalibalau Kencana memiliki kebutuhan akan pelayanan dasar seperti air bersih yang semakin meningkat seiring pertumbuhan jumlah penduduk dan perluasan wilayah pemukiman.



Gambar 3. Lokasi Penelitian

Sumber : Google Earth

Pemilihan lokasi ini didasarkan pada pentingnya evaluasi sistem distribusi air bersih untuk mendukung perencanaan dan pengembangan infrastruktur jaringan perpipaan. Selain itu, wilayah ini juga memiliki beberapa titik dengan tekanan air yang rendah serta potensi ketidakseimbangan distribusi, yang

relevan untuk dianalisis menggunakan simulasi dengan perangkat lunak EPANET 2.2.

3.2 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode simulasi dan pemodelan, yaitu pendekatan ilmiah yang memanfaatkan representasi matematis dan komputasional untuk meniru perilaku sistem nyata dalam kondisi tertentu. Metode ini sangat cocok untuk digunakan, khususnya pada perencanaan dan evaluasi sistem jaringan perpipaan, karena mampu memberikan gambaran yang akurat mengenai kondisi aliran dan distribusi tekanan tanpa harus melakukan percobaan fisik langsung di lapangan. Selain efisien secara waktu dan biaya, metode ini juga memungkinkan peneliti untuk mengevaluasi berbagai skenario teknis secara cepat dan sistematis.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan unsur atau komponen yang memiliki peran penting dalam suatu peristiwa, kejadian, atau fenomena yang sedang menjadi fokus penelitian. Dalam konteks penelitian, variabel ini menjadi objek yang diamati, diukur, dan dianalisis untuk mengetahui hubungan, pengaruh, atau perbedaan yang terjadi. Secara umum, variabel penelitian dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori utama, yaitu :

3.3.1 Variabel Bebas/ Independent (Variabel X)

Variabel bebas yaitu variabel yang berperan sebagai faktor penyebab atau yang memengaruhi variabel lain dalam penelitian. Pada penelitian ini variabel bebas nya adalah perencanaan dari sistem distribusi air (Penggunaan Pompa vs. Gravitasi).

3.3.2 Variabel Terikat/Dependent (Variabel Y)

Variabel terikat yaitu variabel yang menjadi objek pengukuran dan dipengaruhi oleh variabel X. Dalam konteks penelitian ini variabel terikat nya adalah Kinerja dari hasil desain perpipaan.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

3.4.1 Pengumpulan Data Primer

a. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mengkaji berbagai sumber yang mendukung dalam metode simulasi dan permodelan. Dengan tujuan Untuk memperkuat landasan teoritis dalam analisis, serta sebagai acuan dalam penyusunan model dan interpretasi hasil simulasi.

b. Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan dengan mengamati secara langsung kondisi aktual jaringan perpipaan air bersih di lokasi penelitian. Kegiatan observasi mencakup pencatatan jalur distribusi dan dokumentasi visual kondisi topografi wilayah. Observasi ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi permasalahan yang nantinya menjadi dasar dalam pemodelan sistem menggunakan *EPANET 2.2*.

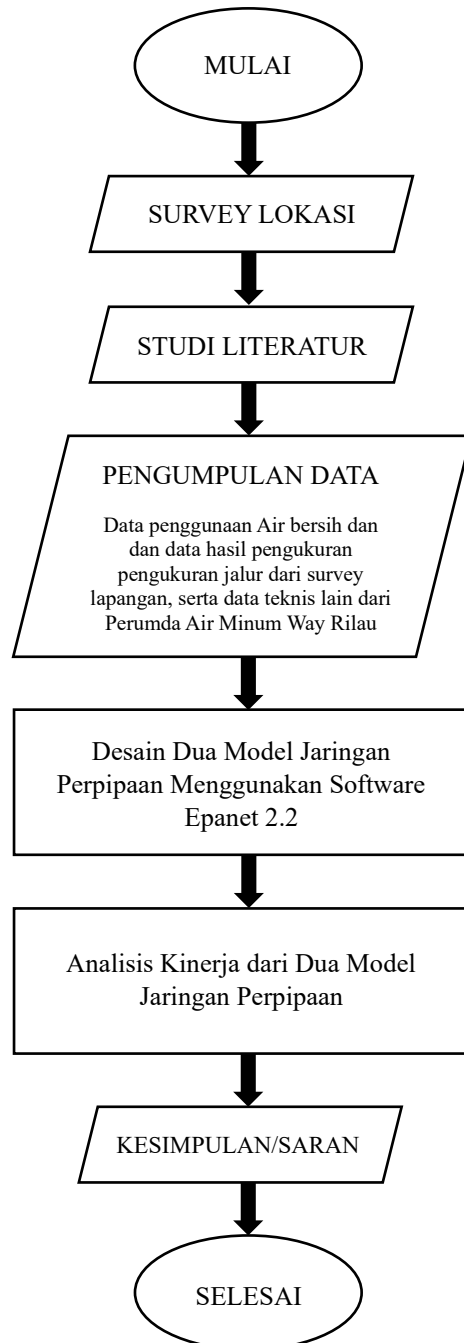
3.4.2 Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan untuk penelitian ini ialah data yang diperoleh dari Perumda Air Minum Way Rilau Kota Bandar Lampung.

3.5 Metode Analisis dan Perbandingan Data

Tahapan analisis dilakukan dengan menggunakan software Epanet 2.2. Dimulai dengan memasukkan peta jaringan, elevasi, panjang dan diameter pipa, serta kebutuhan air per titik distribusi. Data tersebut kemudian digunakan untuk membangun model jaringan perpipaan dalam EPANET dengan memasukkan node, pipa, pompa, dan reservoir sesuai kondisi lapangan. Setelah model terbentuk, tahap selanjutnya adalah menginput teknis seperti base demand, elevasi, dan kekasaran pipa dimasukkan ke sistem. Setelah semua data dimasukkan, simulasi dalam permodelan dapat dijalankan dengan mengatur rentang waktu tertentu, untuk mengetahui distribusi tekanan, debit, dan kecepatan aliran. Hasil simulasi dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem dan mengidentifikasi titik-titik dengan tekanan rendah atau gangguan distribusi lainnya.

3.6 Diagram Alur Penelitian



Gambar 4. Diagram Alur Penelitian

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- a) Perencanaan jaringan distribusi air bersih menggunakan aplikasi EPANET 2.2 terbukti efektif dalam menentukan ukuran diameter pipa yang sesuai baik pada sistem distribusi berbasis pompa maupun gravitasi. Berdasarkan hasil simulasi hidraulik yang dilakukan, diperoleh ukuran diameter pipa yang memenuhi kriteria teknis distribusi air bersih, yaitu pipa HDPE dia. 110 mm (4 inch) PN10 dengan total panjang 1.302 m, pipa HDPE dia. 90 mm (3 inch) PN10 sepanjang 409 m, dan pipa HDPE dia. 63 mm (2 inch) PN10 sepanjang 5.395 m. Kombinasi diameter tersebut mampu mengalirkan kebutuhan air dengan parameter tekanan, kecepatan aliran, serta kehilangan energi yang masih berada dalam batas standar perencanaan jaringan air bersih. Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi EPANET 2.2 sangat membantu dalam mengevaluasi dan mengoptimalkan desain perpipaan sebelum diterapkan di lapangan.
- b) Perbandingan antara sistem distribusi menggunakan pompa dan sistem gravitasi menunjukkan bahwa masing-masing sistem memiliki karakteristik kinerja dan efisiensi yang berbeda, bergantung pada kondisi topografi wilayah. Sistem pompa mampu menghasilkan tekanan yang lebih tinggi dan stabil, sehingga cocok diterapkan pada wilayah dengan kebutuhan debit yang lebih besar dimana sistem gravitasi tidak dapat mencukupi, elevasi yang relatif datar dimana perbedaan ketinggian tidak mendukung aliran gravitasi. Namun, sistem ini memerlukan biaya operasional yang lebih besar akibat kebutuhan energi listrik. Sebaliknya, sistem gravitasi memanfaatkan

perbedaan elevasi alami sehingga lebih efisien dari sisi biaya operasional dan energi, meskipun tekanan yang dihasilkan lebih terbatas dan sangat bergantung pada kondisi topografi. Dengan demikian, untuk wilayah DMA G45 Kalibalau Kencana, pemilihan desain sistem distribusi yang paling tepat harus mempertimbangkan keseimbangan antara kinerja hidraulik, kondisi topografi, serta efisiensi biaya jangka panjang.

5.2 Saran

Ada beberapa saran yang penulis bisa berikan pada skripsi ini sebagai solusi dari perbandingan kedua sistem tersebut :

- a) Sistem gravitasi disarankan pada wilayah seperti Sukabumi atau daerah dengan perbedaan elevasi signifikan, karena tekanan alami yang dihasilkan oleh beda elevasi sudah cukup untuk mendorong aliran tanpa memerlukan energi tambahan, sehingga lebih efisien dan ekonomis.
- b) Pada wilayah datar atau zona elevasi tinggi yang tidak dapat dijangkau oleh gravitasi, sistem pompa tetap diperlukan untuk memastikan tekanan minimum dapat terpenuhi di seluruh jaringan.
- c) Optimasi diameter pipa menjadi langkah penting pada sistem pompa, karena pemilihan diameter yang lebih tepat dapat menurunkan headloss, mengurangi risiko tekanan berlebih, memperpanjang umur pipa, serta menekan konsumsi energi pompa sehingga biaya operasional lebih efisien.
- d) Pertimbangkan penggunaan sistem kombinasi gravitasi–pompa (*hybrid*) pada wilayah dengan kontur campuran, di mana gravitasi dapat melayani sebagian besar zona, sementara pompa hanya digunakan pada area yang membutuhkan peningkatan tekanan. Pendekatan ini dapat mengurangi biaya listrik secara signifikan sekaligus menjaga kualitas layanan distribusi air.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelmeguid, H. S. S. (2013). Pressure , Leakage And Energy Management In Water Distribution Systems. *Water Resources Management*, I(1), 266. [Http://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Proeng.2015.08.855](http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.855)
- Alfitra, D. D. (2023). Evaluasi Jaringan Pipa Distribusi Di Perumahan Kubang Putih Perusahaan Umum Daerah (Perumda) Air Minum Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi Dengan Metoda Epanet 2.2: Vol. Viii (Issue I). Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.
- Bakar, A. M. A. A., Musa, R., & Sar, M. (2023). Evaluasi Kinerja Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih Menggunakan Aplikasi Epanet (Studi Kasus Perumnas Wekkee Kota Pare-Pare). *Jurnal Teslink :Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 5(2), 21–34. [Https://Teslink.Nusaputra.Ac.Id/Index](https://teslink.nusaputra.ac.id/index)
- Caleb, M. (2022). Kyambogo University Faculty Of Engineering Department Of Civil And Environmental Engineering Comparative Analyses Of Hydraulic Modelling Using Epanet And Watergems : Case Study Of K ... August 2022. [Https://Doi.Org/10.13140/Rg.2.2.31604.63364](https://doi.org/10.13140/Rg.2.2.31604.63364)
- Chandapillai, J., Sudheer, K. P., & Saseendran, S. (2012). Design Of Water Distribution Network For Equitable Supply. *Water Resources Management*, 26(2), 391–406. [Https://Doi.Org/10.1007/S11269-011-9923-X](https://doi.org/10.1007/s11269-011-9923-x)
- Church, A.H.(1990). Pompa dan Blower Sentrifugal. Diterjemahkan oleh Zulkifli Harahap. Penerbit Erlangga. Jakarta
- Fathoni, A., Suhairin, & Wahyuni, I. (2015). Pengelolaan Air Untuk Kehidupan. In *Mekanisasi Pertanian* (Issue 5).
- Halder, K. (2016). Comparison Between Epanet And Loop Softwares Using A Gravity Flow Water Supply Network. December. [Https://Doi.Org/10.13140/Rg.2.2.28216.96002](https://doi.org/10.13140/Rg.2.2.28216.96002)

- Jaya, E. Eelminsyah. (2021). Pengembangan Sumber Daya Air (Vol. 01, Issue March).
- Luan, A. T., Rizal, H., & Krisnayanti, D. (2019). Perbandingan Nilai Debit Akhir Menggunakan Software Epanet 2.0 Dengan Hardy Cross Method Pada Perencanaan Jaringan Perpipaan Air Bersih. *Juteks : Jurnal Teknik Sipil*, 4(2), 65. <https://doi.org/10.32511/Juteks.V4i2.397>
- Mulyono, D., Sonawan, H., & Tohasan, A. (2024). Perancangan Perpipaan Air Bersih Dusun Bina Loka Blok 6 Menggunakan Perangkat Lunak Epanet 2.2. 1–6.
- Muttaqien, Y. A. (2024). Perencanaan Pemasangan Pipa Jaringan Distribusi Utama Air Minum Di Desa Dinuk Kecamatan Kramat Kabupaten Tegal. Universitas Pancasakti Tegal.
- Nella, T. G. (2022). Analisis Kebutuhan Air Bersih Perumda Tirta Jam Gadang Kota Bukittinggi. Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.
- Nurhidayati, A., & Sunitiyoso, Y. (2024). Managing Sustainable Drinking Water: A Comparative Study Of Indonesia And Japan.
- Prakoso, S. B., Notodarmojo, S., & Nurdiani, D. A. (2024). Analisis Seleksi Sumber Daya Air Untuk Memenuhi Distribusi Air Analisis Seleksi Sumber Daya Air Untuk Memenuhi Distribusi Air Minum Perkotaan. May.
- Rahmatullah, D. T. D. (2022). Perencanaan Jaringan Transmisi Sistem Penyediaan Air Minum (Spam) Regional Kamijoro Wilayah Layanan Kawasan Industri Sentolo (Kis) Perencanaan Jaringan Transmisi Sistem Peneyediaan Air Minum (Spam) Regional Kamijoro Wilayah Layanan Kawasan Industri .
- Rohman, D. N., Sonawan, H., & Tohasan, A. (2024). Perancangan Jaringan Perpipaan Air Bersih Dari Sumber Mata Air Ke Bak Penampung Di Desa Kaduela Kabupaten Kuningan Dengan Perangkat Lunak Epanet 2.2. 60 Mm.
- Salilama, A. (2016). Analisis Kebutuhan Air Bersih (Pdam) Di Wilayah Kota Gorontalo. *Peradaban Sains, Rekayasa Dan Teknologi*, 6(2), 102–114.
- Simanjuntak, S., Zai, E. O., & Tampubolon, M. H. (2021). Analisa Kebutuhan Air Bersih Di Kota Medan Sumatera Utara. *Jurnal Visi Eksakta*, 2(2), 186–204. <https://doi.org/10.51622/Eksakta.V2i2.389>
- Sururi, M. R., & Hardika. (2024). Penyisihan Kekeruhan Dan Natural Organic

Matter (Nom) Pada Unit Koagulasi-Flokulasi Instalasi Pengolahan Air Minum Di Asia Tenggara : Studi. Jurnal Reka Lingkungan, 12(1), 63–79.