

EVALUASI JARINGAN PERPIPAAN DISTRIBUSI AIR BERSIH PERUMDA AIR MINUM TIRTA SAIYO MENGGUNAKAN EPANET 2.2 NAGARI AIR MANGGIH KECAMATAN LUBUK SIKAPING KABUPATEN PASAMAN

M. Syarif Hamid^{ID}, Ana Susanti Yusman^{ID}, Jon Hafnil^{ID}

Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat
Bukittinggi, Indonesia

Abstrak Air merupakan salah satu kebutuhan pokok yang tidak dipisahkan dari makhluk hidup. Sehingga ketersediaannya sangat penting. Pemanfaatannya tidak hanya terbatas pada kebutuhan dalam negeri saja, namun juga pada struktur masyarakat, sosial, dan ekonomi. Lokasi penelitian ini berada di Nagari Air Manggih Kecamatan Lubuk Sikaping. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kebutuhan air bersih selama 10 tahun kedepan perlu dianalisa dengan memproyeksikan jumlah penduduk, kebutuhan domestik dan non domestik, kebutuhan fasilitas umum, Pelanggan SR yang terlayani, dan debit air. Metode ini menggunakan perhitungan untuk proyeksikan jumlah penduduk menggunakan metode aritmatika dan eksponensial sedangkan analisa jaringan distribusi menggunakan EPANET 2.2. Berdasarkan kategori V yaitu desa dengan konsumsi sambungan rumah 100 liter/orang/hari maka diperoleh perhitungan air bersih untuk Perumda Tirta Saiyo pada kebutuhan domestik pada tahun 2026 sebesar 15,842 ltr/dtk dan pada tahun 2035 sebesar 19,270 ltr/dtk, kemudian kebutuhan non domestik pada tahun 2026 sebesar 1,58 ltr/dtk dan pada tahun 2035 sebesar 1,93 ltr/dtk, kebutuhan fasilitas umum Nagari Air Manggih didapatkan 3 Masjid sebesar 9000 ltr/hari, 3 Mushalla sebesar 6000 ltr/hr, 1 Polindes sebesar 1200 ltr/hr, Pasar Air Manggih sebesar 12000 ltr/hr, Kantor Wali Nagari sebesar 10 ltr/hari, dan 4 sekolah sebesar 2000 ltr/hari, hasil total liter nya 30.210 ltr/hr. Jumlah pelanggan Sambungan Rumah (SR) di Nagari Air Manggih memiliki pelanggan terlayani sebesar 1286 pada tahun 2026 hingga meningkat menjadi 1565 SR pada tahun 2035, atau bertambah sebanyak 278 SR selama 10 tahun kedepan.

Kata Kunci : SR, Eksponensial, Aritmatika, EPANET 2.2

*Penulis Korespondensi : arifhamid2003@gmail.com

1. Pendahuluan

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan sangat penting bagi umat manusia dan makhluk hidup lainnya, karena segala aktivitas masyarakat sangat memerlukan air bersih. Seiring pertumbuhan dan perkembangan disuatu perkotaan semakin meningkatnya kebutuhan pemakaian air bersih, tersedianya air bersih adalah sesuatu untuk menunjang kehidupan yang sehat. Air bersih di gunakan dalam berbagai keperluan masing-masing yaitu mencuci, minum, menyiram, dan lain sebagainya. (Abu Bakar et al., 2023)

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2025 jumlah penduduk di Nagari Air Manggih mencakup 13.394 jiwa dengan sambungan Rumah terlayani sekitar 1286 SR, total panjang pipa yang terpasang 45.980 m. Perumda Tirta Saiyo mengandalkan sumber mata air di kapalo banda untuk di Nagari Air Manggih. Dilihat dari kondisi eksisting di Nagari Air Manggih ada beberapa penyebab yaitu kehilangan air, kebocoran pipa, serta Masyarakat masih banyak belum terlayani oleh Perumda Tirta Saiyo. (Badan Pusat Statistik, 2025)

Kerusakan jalan dapat berupa retak-retak pada permukaan jalan, deformasi, ambblas lubang, kerusakan bahu jalan. Kerusakan tersebut dapat mengurangi tingkat pelayanan jalan dan membahayakan pengguna jalan apabila tidak segera ditangani. Oleh karena itu, jalan yang mengalami kerusakan perlu adanya suatu penelitian untuk mengetahui bagian dan bagaimana kondisi jalan tersebut.

Kecamatan Lubuk Sikaping telah mempunyai sistem pelayanan air minum sejak 21 Agustus 1989. Perumda Air Minum Tirta Saiyo Kota Lubuk sikaping mengalirkan air bersih menggunakan pipa - pipa induk milik Perumda Air Minum Tirta Saiyo untuk memenuhi kebutuhan masyarakat di wilayah Lubuk Sikaping dan sekitarnya. Sumber mata air yang bersih yang digunakan beberapa mata air yang berada di wilayah Kabupaten Pasaman, di antaranya Mata Batang Air Pauh, Mata Air Panti, dan Mata Air Padang Sawah yang selama ini menjadi andalan pasokan air baku bagi Perumda Air Minum Tirta Saiyo. (Tirta Gemilang, 2023)

Untuk mendukung perencanaan tersebut, diperlukan suatu alat bantu analisis yang mampu mensimulasikan kondisi jaringan secara menyeluruh. Salah satu perangkat lunak yang banyak digunakan dalam analisis dan perencanaan sistem distribusi air bersih adalah EPANET. EPANET dapat digunakan untuk menganalisis karakteristik aliran dalam jaringan perpipaan, seperti distribusi tekanan pada setiap titik (node), debit aliran dalam pipa, serta kehilangan energi yang terjadi sepanjang jaringan.

2. Metode Penelitian

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Nagari Air Manggih Kecamatan Lubuk Sikaping, yang berada di Kabupaten Pasaman, Provinsi Sumatera Barat. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 1:



2.2. Data penelitian

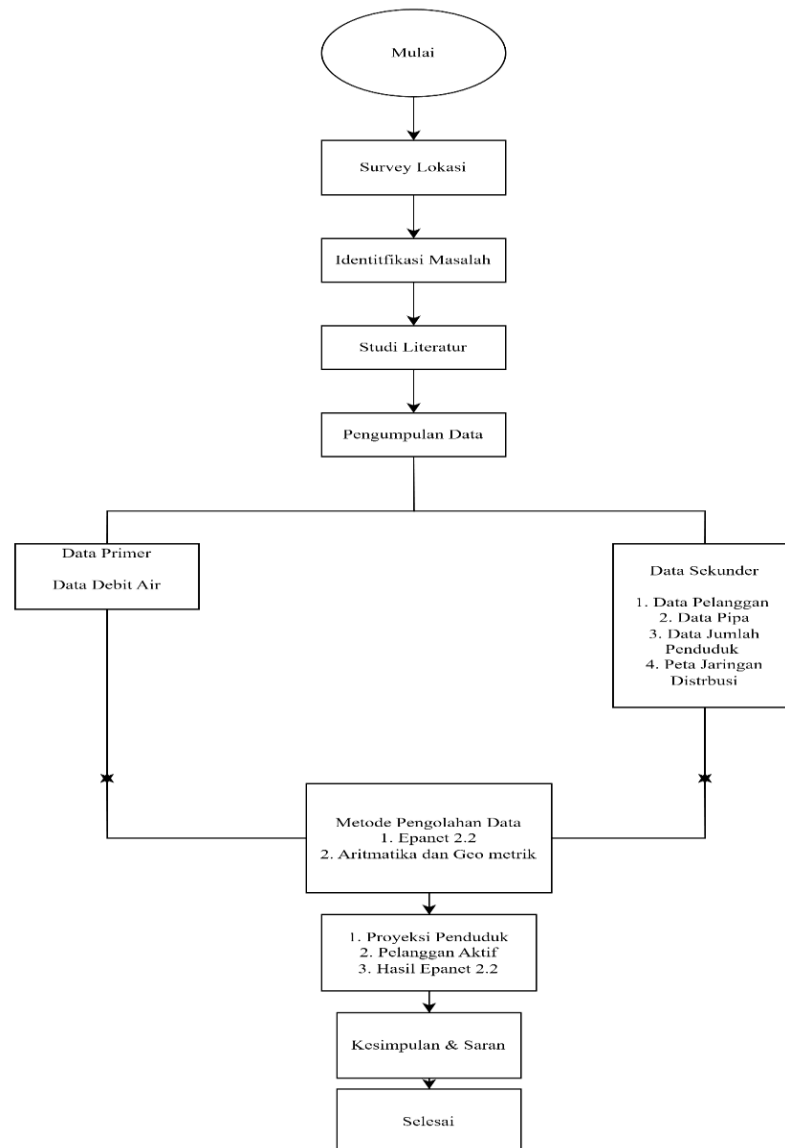
1. Data primer

a. Data Debit Air Bersih

Data yang diperoleh dari instansi terkait dan literatur pendukung, meliputi:

- Data yang kemudian diolah dan dievaluasi serta analisis kemudian dilakukan pembahasa, adapun pengolahan data penelitian ini yaitu menganalisa kebutuhan air bersih serta sistem perpipaan menmggunakan Metode *software EPANET* versi 2.2.
- Data Jumlah Penduduk
- Data Pelanggan
- Data jumlah pipa
- Peta sumber air baku

2.2. Bagan Alir Penelitian



Gambar 2: Bagan Alir Penelitian

Sumber: Bagan Alir Data Penelitian (2026) dan *Draw.io*

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Proyeksi Jumlah Penduduk di Nagari Air Manggih

Berdasarkan historis populasi Nagari Air Manggih dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kecamatan Lubuk Sikaping dari tahun 2015-2025 disajikan pada tabel 1.

Tabel 1 Jumlah Penduduk Nagari Air Manggih 2015-2025

No	Tahun	Jumlah
1	2015	10 775
2	2016	11.010
3	2017	11 054
4	2018	11 087
5	2019	11 128
6	2020	11 162
7	2021	12 768
8	2022	12 875
9	2023	12 995
10	2024	13 269
11	2025	13 394

Sumber: Badan Pusat Statistik 2015 - 2025 (BPS)

- **Metode Aritmatika:** Rata-rata pertambahan tahunan = $(13.394 - 10.775) / 10 = 261,9 = 262$ jiwa/tahun. Persentase pertumbuhan tahunan sebesar 2,43% per tahun. Proyeksi tahun 2035 menghasilkan $(2035) = 13.394 + (262 \times 10 \text{ tahun}) = 16.014$ jiwa.
- **Metode Eksponensial:** Laju pertumbuhan (r) = $(13.394 / 10.775) / 10 = 0,021757$ (2,1757% per tahun). $13.394 \cdot e^{0,021757 \cdot 10} = 16.645$ jiwa

Hasil perhitungan jumlah metode Eksponensial yang dipilih untuk analisis kebutuhan air demi memberikan margin keamanan (*safety factor*) perencanaan yang lebih handal. Dengan populasi diproyeksikan mencapai 16.645 jiwa pada tahun 2035, Nagari Air Manggih dikategorikan ke dalam Wilayah Kategori V (Desa) dengan standar pemakaian air sebesar 100 L/orang/hari.

3.2 Proyeksi Sambungan Rumah (SR)

Dengan jumlah pelanggan eksisting sebanyak 1.286 SR pada tahun 2026 (populasi 13.688 jiwa), Proyeksi pengembangan SR 10 tahun kedepan tertera pada tabel 2.

- Rasio Per SR di kalkulasi kan :

$$d = \frac{13.688 \text{ jiwa}}{1.286 \text{ unit}} \approx 10,64 \text{ jiwa/SR}$$

- Langkah Perhitungan Tahunan:

- Tahun 2026:

$$SR_{2026} = \frac{13.688}{10,64385} = 1.286 \text{ SR}$$

- Tahun 2027:

$$SR_{2027} = \frac{13.989}{10,64385} = 1.314,28 = 1.314 \text{ SR}$$

$$SR_{2027} = 1.314 - 1.286 = 28 \text{ SR/tahun}$$

Tabel 2 Perhitungan Sambungan Rumah (SR) 10 Tahun Ke depan

Tahun	Jumlah Penduduk	Proyeksi SR	Pertambahan SR/Tahun
2026	13.688	1286	-
2027	13.989	1314	28
2028	14.296	1343	29
2029	14.610	1373	30
2030	14.931	1403	30
2031	15.259	1434	31
2032	15.594	1465	31
2033	15.937	1497	32
2034	16.287	1530	33
2035	16.645	1564	34
Jumlah			278

Sumber: Hasil Penelitian (2026)

Total pertambahan pelanggan hingga tahun 2035 diproyeksikan mencapai 278 SR.

3.3 Kebutuhan Air Bersih dan Fluktuasinya

1. Kebutuhan Domestik

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan Domestik (2035)} &= \text{Jumlah Penduduk} \times \text{kebutuhan air bersih} \\
 &= 16.645 \times 100 \text{ ltr/org/hr} \\
 &= 1.664.500 \text{ ltr/hr} \\
 &= 19,270 \text{ ltr/dtk}
 \end{aligned}$$

2. Kebutuhan Non Domestik

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan non domestik (2035)} &= 10 \% \times \text{kebutuhan domestik} \\
 &= 10 \% \times 1.664.500 \text{ ltr/hr} \\
 &= 166.450 \text{ ltr/hr} \\
 &= 1,93 \text{ ltr/dtk/org}
 \end{aligned}$$

3. Kebutuhan Fasilitas Umum Eksisting:

Tabel 3 Fasilitas Umum Nagari Aia Manggih

NO	FASILITAS UMUM	JUMLAH	KEBUTUHAN AIR / UNIT	TOTAL LITER/HARI
1	Masjid	3	3000	9000
2	Mushalla	3	2000	6000
3	Polindes	1	1200	1200
4	Pasar Air Manggih	1	12000	12000
5	Kantor Wali Nagari	1	10	10
6	Sekolah	4	500	2000
Jumlah				30210

Sumber: Hasil Penelitian (2026)

4. Kehilangan Air/ Kebocoran : Asumsikan sebesar 20%

$$\begin{aligned}
 \text{Kehilangan air akibat kebocoran (2035)} &= 20\% \times (Q_d + Q_{nd}) \\
 &= 20\% \times (1.664.500 + 166.450) \\
 &= 366.190 \text{ ltr/hr} \\
 &= 4,24 \text{ ltr/dtk/org}
 \end{aligned}$$

5. Kebutuhan Air Total :

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan Air Total (2035)} &= Q_d + Q_{nd} + Q_a \\
 &= 1.664.500 + 166.450 + 366.190 \\
 &= 2.197.140 \text{ ltr/hr} \\
 &= 25,43 \text{ ltr/dtk}
 \end{aligned}$$

6. Kebutuhan Air Rata-Rata, Harian Maksimum dan Jam Puncak:

• Kebutuhan Rata-Rata:

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan Air rata-rata (2035)} &= \text{Kebutuhan Air total} + \text{kehilangan air} \\
 &= 2.197.140 + 366.190 \\
 &= 2.563.330 \text{ ltr/hr} \\
 &= 29,67 \text{ ltr/dtk}
 \end{aligned}$$

• Harian Maksimum:

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan harian maksimum (2035)} &= \text{Kebutuhan air rata-rata} \times 1,1 \\
 &= 2.563.330 \times 1,1 \\
 &= 2.819.663 \text{ ltr/hr} \\
 &= 32,63 \text{ ltr/dtk}
 \end{aligned}$$

- **Jam Puncak:**

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan jam puncak (2035)} &= \text{Kebutuhan air rata-rata} \times 1,5 \\
 &= 2.563.330 \times 1,5 \\
 &= 3.844.995 \text{ ltr/hr} \\
 &= 44,5 \text{ ltr/dtk}
 \end{aligned}$$

3.4 Evaluasi Ketersediaan Air Baku

Kapasitas pasokan eksisting dari Mata Air Kapalo Banda dan Instalasi Pengolahan Air (IPA) adalah sebesar 20 L/detik. Berdasarkan kalkulasi di atas, kapasitas eksisting sebesar 20 L/detik tidak lagi mencukupi kebutuhan air total rata-rata tahun 2026 (20,91 L/detik) dan akan mengalami defisit pasokan yang tajam pada tahun 2035, terutama saat Jam Puncak (44,50 L/detik).

3.5 Evaluasi Karakteristik Jaringan Pipa

Jaringan Distribusi terpasang memiliki 45.980 meter dengan rincian material dan berdiameter disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Panjang Pipa di Nagari Air Manggih

No	Jenis Pipa		Diameter	Panjang (M)
1	Transmisi	GIP	200	900
2	Distribusi Induk	GIP	250	1026
3	Distribusi Induk	HDPE	250	1380
4	Distribusi Induk	GIP	200	160
5	Distribusi Induk	PVC	200	5400
6	Distribusi Pembagi	PVC	110	4750
7	Distribusi Pembagi	PVC	90	11975
8	Distribusi Pembagi	HDPE	63	184
9	Distribusi Pembagi	PVC	63	20205
Total Panjang M				45980

Sumber: Data Perpipaan Perumda Tirta Saiyo (2026)

3.6 Evaluasi Kinerja Hidraulis Menggunakan EPANET 2.2

Simulasi pemodelan hidraulis dijalankan menggunakan *running* Epanet 2.2 dengan rumus koefisien *Hazen-Williams* :

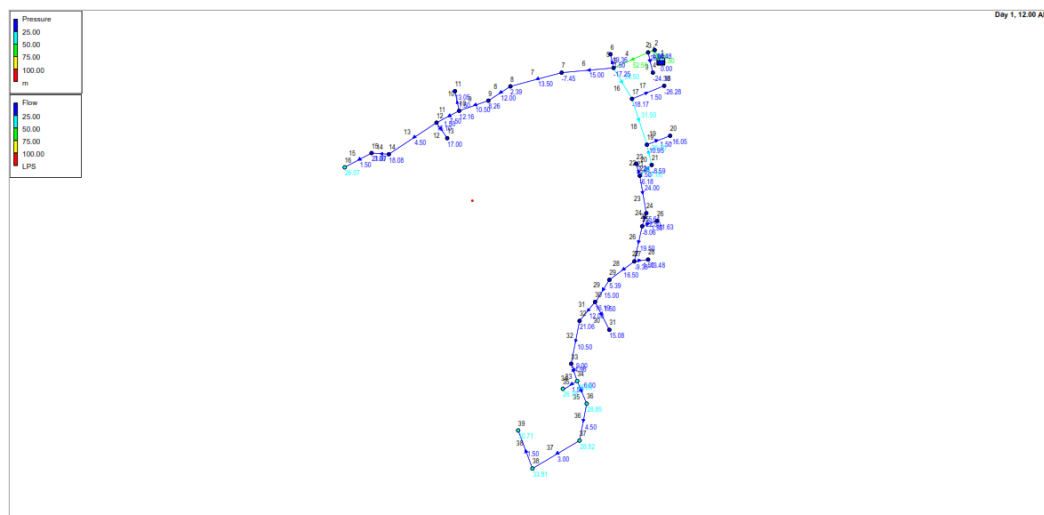
1. Evaluasi Pressure dan Flow

- **Area Hilir:** Pada beberapa simpul hilir (seperti Junc 10-16 dan Junc 30-39), sisa tekanan tercatat aman berada pada rentang 12,16 m

hingga 33,81 mka. Total head mengalami penurunan gradual dari 507,00 m (Reservoir 1) hingga 471,71 m (Junc 39) akibat akumulasi kehilangan energi (*headloss*) sepanjang alur pipa.

- **Krisis Tekanan Negatif:** Ditemukan penyimpangan bermakna pada simpul hulu dan percabangan utama (Node 2-7 dan Node 17-28), di mana sisa tekanan bernilai negatif, dengan angka terekstrem mencapai -26,28 mka (Junc 18).
- **Implikasi Rekayasa:** Kondisi tekanan negatif mengindikasikan bahwa Garis Ketinggian Hidraulis (HGL) berada di bawah posisi elevasi pipa eksisting. Hal ini berisiko tinggi memicu fenomena kavitasi, kerusakan pipa, penyedotan polutan eksternal ke dalam sistem perpipaan, serta terhentinya aliran air ke pelanggan di elevasi tinggi.

Berikut hasil Gambar *Running Pressure dan Flow* tertera pada gambar 2.



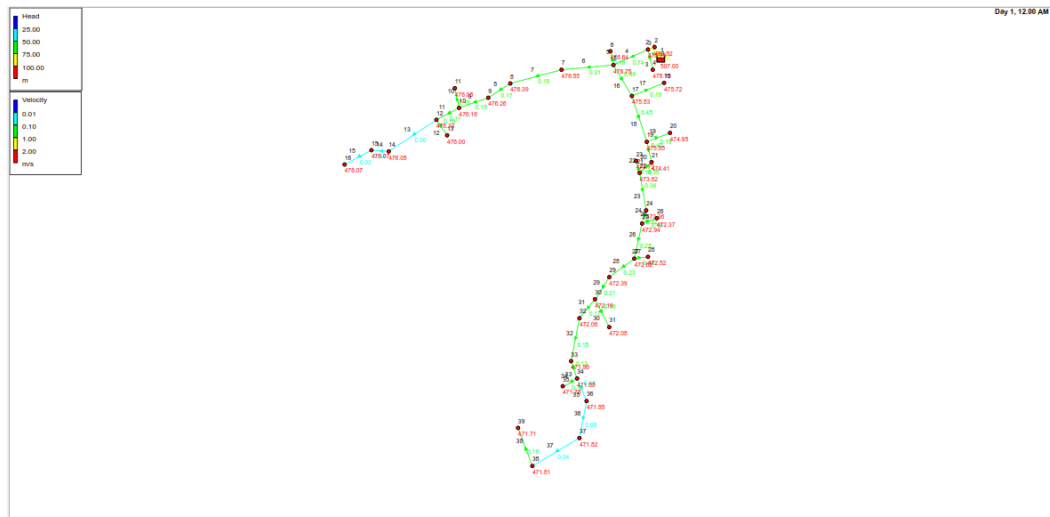
Gambar 3 Pressure dan Flow

Sumber: Hasil Penelitian Epanet 2.2 (2026)

2. Evaluasi *Head dan Velocity*:

- **Segmen Pipa Utama:** Pipa utama hulu (seperti Pipe 1, 2, 4, 16, 18, 20, 21, 23, dan 24) memenuhi syarat kriteria dengan kecepatan berkisar antara 0,32 m/s hingga 1,80 m/s.
- **Segmen Pelayanan Hilir (*Under-Velocity*):** Sebagian besar pipa distribusi pembagi/pelayanan (Pipe 3, 11, 13, 14, 15, 33, 35, 36, dan 37) memiliki laju aliran yang sangat rendah, yaitu 0,02 m/s hingga 0,13 m/s (<0,30 m/s). Kecepatan yang terlalu rendah dapat mengakibatkan stagnansi air dan mengendapkan partikel sedimen di dasar pipa.

Berikut hasil gambar running *Head dan Velocity* tertera pada gambar 3.



Gambar 3 *Running Head dan Velocity*
Sumber: Hasil Penelitian Epanet 2.2 (2026)

4. Penutup

4.1. Kesimpulan

1. **Pertumbuhan Penduduk dan Pelanggan:** Populasi Nagari Air Manggih diproyeksikan tumbuh dari 13.394 jiwa (2025) menjadi 16.645 jiwa (2035). Jumlah Sambungan Rumah (SR) terlayani bertambah sebanyak 278 SR, dari 1.286 SR (2026) menjadi 1.564 SR (2035).
2. **Kebutuhan Air dan Defisit Pasokan:** Kebutuhan air total tahun 2035 diproyeksikan sebesar 25,43 L/detik, dengan Kebutuhan Air Rata-Rata sebesar 29,67 L/detik, Kebutuhan Harian Maksimum 32,63 L/detik, dan Jam Puncak 44,50 L/detik. Kapasitas pasokan eksisting (20 L/detik) diproyeksikan mengalami defisit pasokan untuk memenuhi kebutuhan rata-rata dan jam puncak hingga tahun 2035.
3. **Kinerja Hidraulis EPANET 2.2:**
 - **Sisa Tekanan:** Belum memenuhi standar SNI 7509:2011 secara menyeluruh. Terdapat krisis tekanan negatif hingga -26,28 mka di zona hulu/percabangan (Node 2-7 dan 17-28).
 - **Kecepatan Aliran:** Pipa utama menunjukkan kinerja memadai (0,32-1,80 m/s), namun pipa pelayanan hilir mengalami *under-velocity* (0,02-0,13 m/s) yang rentan memicu endapan sedimen.

4.2. Saran

1. **Peningkatan Kapasitas Air Baku:** Perumda Tirta Saiyo perlu merencanakan optimalisasi/uprating IPA Kapalo Banda atau memanfaatkan sumber mata air baru di sekitar wilayah Lubuk Sikaping untuk menutup defisit kebutuhan rata-rata (29,67 L/detik) dan jam puncak (44,50 L/detik).
2. **Rekayasa Teknis Perpipaan:**
 - Menerapkan pengecilan diameter pipa (*pipe downsizing*) pada segmen pipa pembagi yang mengalami *under-velocity* (<0,30 m/s) guna menaikkan laju aliran air.

- Memasang pompa pendorong (*booster pump*) atau menata ulang zonasi pelayanan (*zoning system*) untuk mengatasi wilayah bertekanan negatif (Node 2-7 dan Node 17-28).
- 3. **Pengendalian Kehilangan Air (NRW):** Melakukan *leak detection* secara berkala, peremajaan pipa tua, serta penataan meteran air guna menekan tingkat kebocoran yang diproyeksikan mencapai 4,24 L/detik pada tahun 2035.

5. Referensi

- Abu Bakar, Abdul Malik Amrullah, Ratna Musa, and Mas'ud Sar. "Evaluasi Kinerja Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih Menggunakan Aplikasi Epanet (Studi Kasus Perumnas Wekkee Kota Pare-Pare)." *Jurnal TESLINK : Teknik Sipil Dan Lingkungan* 5, no. 2 (2023): 21-34. <https://doi.org/10.52005/teslink.v5i2.302>.
- Candra, Desri;Masril;Kurniawan, Dedi. "Analisis Tingkat Kehilangan Air Pada Perusahaan Daerah (Perumda) Tirta Alami Kabupaten Tanah Datar." *Rang Teknik Journal* 7, no. 2 (2024): 355-60. doi: <http://dx.doi.org/10.31869/rjt.v7i2.5472>.
- Irawan, Ade Putra, Chendra Amigo, Ryan Evian Susandy, Suci Lestari, Helga Yemadona, and Elfania Bastian. "Vol. 2 No.1 Jilid 2 Oktober 2022 [Http://Jurnal.Ensiklopediaku.Org](http://Jurnal.Ensiklopediaku.Org) Ensiklopedia Research and Community Service Review." *Perancangan Aplikasi Umstatika Berbasis Android Sebagai Media Pembelajaran Pada Materi Statika Tertentu* Ade 2, no. 1 (2022): 350-57.
- Muhammad Parholongan Harahap, Mhd. Rahman Rambe, and Rizky Febriani Pohan. "Pemodelan Dan Evaluasi Jaringan Distribusi Air Bersih Menggunakan EPANET 2.2 Pada PDAM Tirta Ayumi Kota Padangsidimpuan." *Mutiara : Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah* 4, no. 2 (April 6, 2026): 01-14. <https://doi.org/10.59059/mutiara.v4i2.2960>.
- Pratama, Enrico Dicky, Muhammad Roni Hajianto, and Andi Muhammad Rafly Putra Negara. "Evaluasi Kinerja Jaringan Distribusi Air Asrama Vyatra Menggunakan Simulasi Hidraulik Epanet 2.2." *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi Dan Mineral* 5, no. 1 (2025): 1032-42. <https://doi.org/10.53026/prosidingsntem.v5i1.676>.
- Santoso, Rahmat Puji, Nevy Sandra, Yaumal Arbi, Shinta Rahayu, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Tekanan Air, and Jaringan Distribusi. "PEMETAAN TEKATAN AIR PELANGGAN PERUMDA AIR MINUM TIRTA SAIYO UNIT LAYANAN LUBUK SIKAPING" 6 (2025): 547-51.
- Tirta Gemilang. "Perumda Air Minum Tirta Gemilang," 2023. <https://www.tirtagemilang.com/>.
- W Wiradinanta, Y Yonariza, and M Mahdi, "Keberlanjutan Pengelolaan Sumber Daya Air Bersih Nagari Baruah Gunuang Kecamatan Bukik Barisan Kabupaten Lima Puluh Kota," *MenaraIlmu* XV, no. 02 (2021): 116-23, <http://jurnal.umsb.ac.id/index.php/menarailmu/article/view/2493%0Ahttps://jurnal.umsb.ac.id/index.php/menarailmu/article/download/2493/2011>.
- Adi Marta, Ana Susanti Yusman, and Rumilla Harahap, "Akselerasi: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil KEBUTUHAN AIR MINUM NAGARI MALAMPAH KECAMATAN TIGO NAGARI KABUPATEN PASAMAN" 2, no. 2 (2021).