

# Pengoptimalan Sistem Perpipaan Air Minum Perumahan Grand Residence City Kabupaten Bekasi

Alvin Bima Yutama\*, Mohammad Rangga Sururi

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Bandung

\*Koresponden email: alvinbimayutama@gmail.com

Diterima: 18 Juni 2025

Disetujui: 18 Juli 2025

## Abstract

Bekasi Regency has a population of over 3.2 million people, with a population density of 2,541 people/km<sup>2</sup> and an annual growth rate of 1.44%. The piped Water Supply System (SPAM) service coverage in the region has only reached 29.08%, slightly below the 30% target set in the 2020–2024 National Medium-Term Development Plan (RPJMN). Perumda Tirta Bhagasasi, the regional water utility, is striving to expand its service network, one of which is through the development of a distribution pipeline in the Grand Residence City housing area in collaboration with developer PT. Y. Planning was carried out for 2,514 housing units using hydraulic simulation software EPANET 2.2. The simulation results show that all nodes meet the minimum pressure requirement in accordance with Ministry of Public Works Regulation No. 27 of 2016; however, only about 4% of the links meet the ideal flow velocity due to the use of oversized pipe diameters. The headloss values remain within acceptable limits. Adjusting the pipe diameter is the primary solution to improve system efficiency. Furthermore, the region's low water consumption compared to the standard is attributed to limited and polluted raw water sources, along with a high leakage rate of 38%. Therefore, optimizing the SPAM pipeline network design is crucial to sustainably meet the clean water needs in Bekasi Regency.

**Keywords:** *bekasi regency, spam (water supply system), water distribution, epanet 2.2.*

## Abstrak

Kabupaten Bekasi memiliki jumlah penduduk lebih dari 3,2 juta jiwa dengan tingkat kepadatan mencapai 2.541 jiwa/km<sup>2</sup> dan tingkat pertumbuhan penduduk sebesar 1,44% per tahun. Pelayanan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) perpipaan di wilayah ini baru mencapai 29,08% dari target 30% pada tahun 2024 sesuai RPJMN. Perumda Tirta Bhagasasi sebagai penyedia layanan air bersih berupaya memperluas jaringan layanan, salah satunya dengan mengembangkan jaringan distribusi air di kawasan perumahan Grand Residence City bekerja sama dengan pengembang PT. Y. Perencanaan dilakukan untuk 2.514 unit rumah menggunakan bantuan simulasi hidrolis melalui software EPANET 2.2. Simulasi menunjukkan bahwa seluruh node memenuhi tekanan minimum sesuai Permen PU No. 27 Tahun 2016, namun hanya sekitar 4% link yang memenuhi kecepatan aliran ideal akibat penggunaan diameter pipa yang terlalu besar. Adapun nilai *headloss* masih dalam batas aman. Penyesuaian diameter pipa menjadi solusi utama untuk meningkatkan efisiensi sistem. Selain itu, rendahnya konsumsi air dibandingkan standar disebabkan oleh keterbatasan dan pencemaran sumber air baku serta tingginya tingkat kebocoran sebesar 38%. Oleh karena itu, optimalisasi desain jaringan SPAM sangat penting untuk mendukung pemenuhan kebutuhan air bersih yang berkelanjutan di Kabupaten Bekasi.

**Kata Kunci:** *kabupaten bekasi, spam (sistem perpipaan air minum), distribusi air bersih, epanet 2.2*

## 1. Pendahuluan

Kabupaten Bekasi merupakan salah satu wilayah dengan pertumbuhan penduduk yang tinggi di Provinsi Jawa Barat. Secara geografis, wilayah ini terletak pada koordinat 6°10'53"–6°30'6" LS dan 106°48'28"–107°27'29" BT dengan luas wilayah mencapai 127.388 hektar yang meliputi 23 kecamatan dan 187 desa. Pada tahun 2023, jumlah penduduknya tercatat sebanyak 3.237.420 jiwa dengan kepadatan rata-rata 2.541 jiwa/km<sup>2</sup> dan laju pertumbuhan sebesar 1,44% per tahun dalam periode 2020–2023 dengan jumlah rumah tangga di Kabupaten Bekasi mencapai 856.410 memiliki rata-rata 4 jiwa per rumah tangga [1].

Peningkatan jumlah penduduk dan kebutuhan dasar masyarakat menuntut pelayanan sistem penyediaan air minum (SPAM) yang lebih optimal. Hingga tahun 2024, cakupan layanan SPAM perpipaan di Kabupaten Bekasi baru mencapai 29,08% atau sekitar 244.853 sambungan rumah (SR) [2]. Meskipun

mengalami peningkatan sebesar 24% dalam kurun waktu lima tahun terakhir, capaian tersebut masih belum memenuhi target nasional sebesar 30% sebagaimana yang ditetapkan dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020–2024 [3]. Menanggapi hal ini, Perumda Tirta Bhagasasi menargetkan peningkatan jumlah SR hingga 10 juta sambungan di tahun 2024 [4].

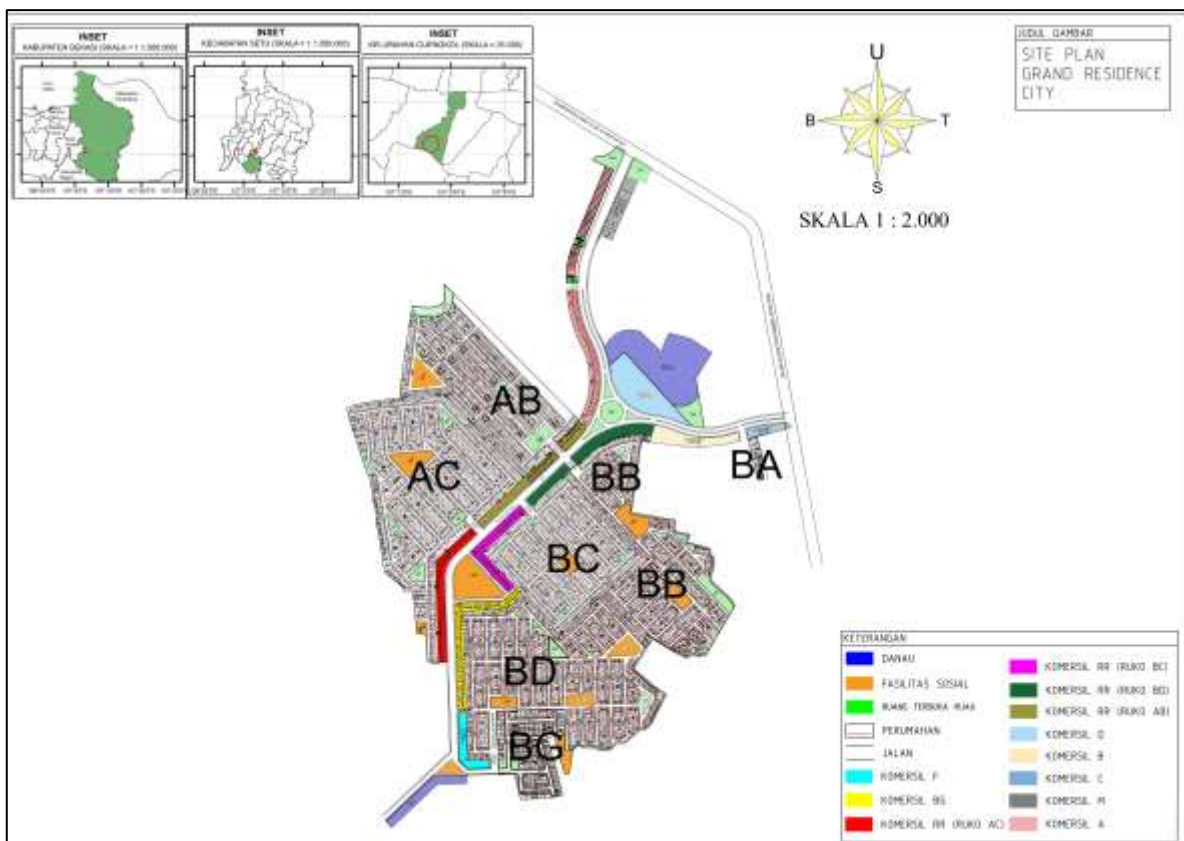
Sebagai bagian dari upaya pencapaian target tersebut, kawasan Perumahan Grand Residence City di Kabupaten Bekasi yang dikembangkan oleh PT Y direncanakan menjadi salah satu lokasi pengembangan jaringan distribusi SPAM. Pembangunan jaringan tersebut akan mencakup sebanyak 2.514 unit rumah dan membutuhkan perencanaan teknis yang matang agar sesuai dengan standar pelayanan air minum. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan sistem SPAM di kawasan Perumahan Grand Residence City dengan fokus pada analisis kebutuhan air, penentuan trase jaringan distribusi utama (JDU), dan simulasi hidrolis menggunakan perangkat lunak EPANET 2.2. Hasil simulasi ini kemudian akan dievaluasi berdasarkan parameter teknis yang tercantum dalam Permen PU No. 27 Tahun 2016.

## 2. Metode Penelitian

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Kelurahan Cijengkol, yang merupakan bagian dari Kecamatan Setu, Kabupaten Bekasi. Dengan luas wilayah sebesar 273 hektare, Kelurahan Cijengkol tercatat sebagai kelurahan dengan wilayah terkecil di Kecamatan Setu [5]. Secara administratif, wilayah ini berbatasan dengan Kelurahan Lambangjaya, Kota Bekasi di sebelah utara; Kelurahan Lubangbuaya, Kabupaten Bekasi di sebelah timur; Kelurahan Cimuning, Kota Bekasi di sebelah barat; serta Kelurahan Burangkeng, Kabupaten Bekasi di sebelah selatan.

Objek penelitian berada di Perumahan Grand Residence City yang terletak di Jalan Raya Grand Residence Boulevard No. 56, Kelurahan Cijengkol. Perumahan ini mulai dibangun pada tahun 2006 dengan mengusung konsep hunian minimalis modern yang mengedepankan estetika. Lokasinya strategis karena dekat dengan jalan tol dan mudah diakses melalui sarana transportasi umum seperti KRL dan LRT, sehingga mendukung mobilitas penghuni menuju Jakarta dan wilayah sekitarnya. Grand Residence City dipilih sebagai lokasi penelitian karena menjadi salah satu area pengembangan jaringan distribusi Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) dalam rangka mendukung peningkatan layanan air bersih di Kabupaten Bekasi seperti dalam **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Peta Batas Administrasi Kelurahan Cijengkol

Sumber: [6]

### ***Kebutuhan Air Perumahan Grand Residence City***

Perhitungan kebutuhan air Perumahan Grand Residence City adalah sebagai berikut [7]:

$$\text{Pola Pemakaian air (liter/orang/detik)} = \text{Pola pemakaian air (m}^3\text{/sr/bulan)} \quad (1)$$

$$\text{Kebutuhan air domestik (Qd)} = \frac{\text{Keb.air (l/o/h)} \times \text{Jumlah jiwa yang dilayani}}{86400 \text{ detik}} \quad (2)$$

Kebutuhan air untuk ruko diasumsikan sebesar 10% berdasarkan rasio jumlah ruko terhadap jumlah rumah di perumahan.

$$\% \text{ruko} = \frac{\sum \text{Ruko}}{\sum \text{Rumah}} \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{Kebutuhan air non domestik (Qnd)} = Qd \times \%nd \quad (4)$$

$$\text{Total kebutuhan air (Qt)} = Qd + Qnd \quad (5)$$

Perhitungan kebutuhan air mencakup kebocoran sebesar 10% akibat pemeliharaan jaringan pipa [8].

$$\text{Debit Kebocoran (Qleak)} = Qt \times 10\% \quad (6)$$

$$\text{Kebutuhan air rata-rata (Qavg)} = Qt + Qleak \quad (7)$$

### **3. Hasil dan Pembahasan**

#### ***Jaringan Perpipaan Perumahan Grand Residence City***

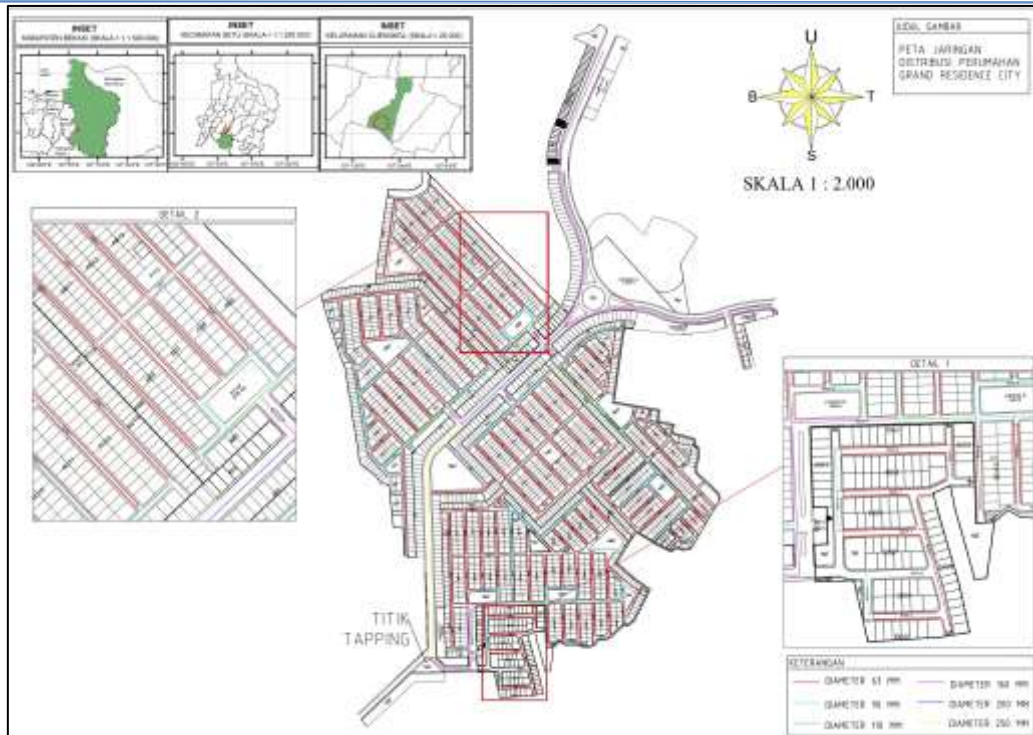
Perumahan Grand Residence City terdiri dari beberapa blok yang masing-masing dilengkapi unit komersial. Berikut ini penjelasan setiap bloknya pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Setiap Blok Grand Residence City

<b>Blok</b>	<b>Jenis Bangunan</b>	<b>Aktifitas</b>
<b>BG</b>	Perumahan	Kegiatan Domestik
<b>AC</b>	Perumahan	Kegiatan Domestik
<b>BD</b>	Perumahan	Kegiatan Domestik
<b>BC</b>	Perumahan	Kegiatan Domestik
<b>BB</b>	Perumahan	Kegiatan Domestik
<b>AB</b>	Perumahan	Kegiatan Domestik
<b>BA</b>	Perumahan	Kegiatan Domestik
<b>Komersil F</b>	Ruko F	Minimarket
<b>Komersil BG</b>	Ruko BG	Rumah Makan
<b>Komersil RR</b>	Ruko AC	Rumah Makan
<b>Komersil RR</b>	Ruko BC	Cafe dan Rumah Makan
<b>Komersil RR</b>	Ruko BD	Cafe dan Rumah Makan
<b>Komersil RR</b>	Ruko AB	Rumah Makan, Apotek, dan Toko Kelontong
<b>Komersil D</b>	Ruko D	Minimarket
<b>Komersil B</b>	Ruko B	Minimarket
<b>Komersil C</b>	Ruko C	Minimarket
<b>Komersil M</b>	Ruko M	Rumah Makan
<b>Komersil A</b>	Ruko A	Toko Kelontong dan Rumah Makan

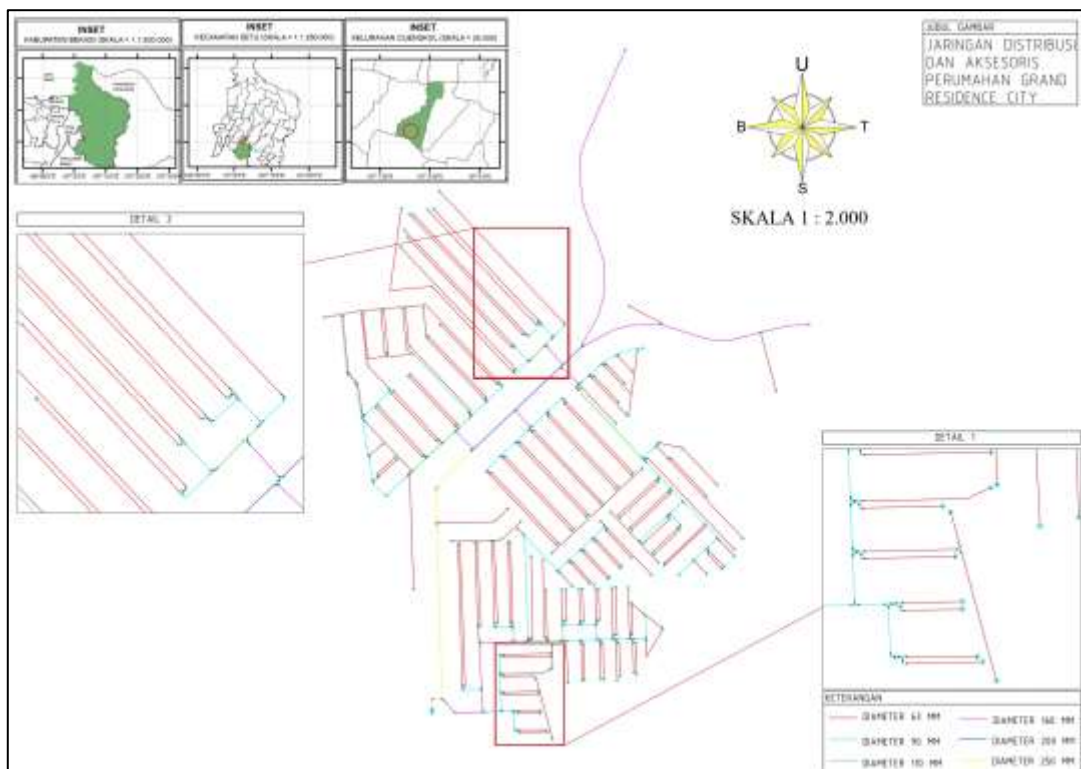
Sumber: Hasil Pengamatan (2025)

Distribusi air di Perumahan Grand Residence City direncanakan melalui pipa utama berdiameter 250 mm hingga pipa pelayanan berdiameter 63 mm, dengan total panjang jaringan 18.302 meter. Berikut ini gambar jaringan diameter pipa pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Peta Diameter Jaringan Distribusi Air  
Sumber: [9]

Jaringan pipa dilengkapi aksesoris penting seperti bend, tee, reducer, dan dop untuk menyambung, mengubah arah, mengurangi diameter, dan menutup ujung pipa sesuai kebutuhan. Berikut ini gambar aksesoris jaringan pipa pada Gambar 3 dan daftar aksesoris yang digunakan pada Tabel 2.



Gambar 3. Peta Aksesoris Jaringan Distribusi Air  
Sumber: [9]

Tabel 2. Aksesoris Pipa di Jaringan Pipa Distribusi

Aksesoris Pipa	Ukuran	Aksesoris Pipa	Ukuran
Bend 90° Segmented	Ø 63 mm	Reducer Segmented	Ø 250 x 160 mm
Bend 45° Segmented	Ø 63 mm	Reducer Segmented	Ø 200 x 160 mm
Bend 90° Segmented	Ø 90 mm	Reducing Tee Segmented	Ø 90 x 63 mm
Bend 45° Segmented	Ø 160 mm	Reducing Tee Segmented	Ø 110 x 63 mm
Bend 45° Segmented	Ø 250 mm	Reducing Tee Segmented	Ø 110 x 90 mm
Tee Segmented	Ø 63 mm	Reducing Tee Segmented	Ø 160 x 63 mm
Tee Segmented	Ø 90 mm	Reducing Tee Segmented	Ø 160 x 90 mm
Tee Segmented	Ø 110 mm	Reducing Tee Segmented	Ø 160 x 110 mm
Tee Segmented	Ø 160 mm	Reducing Tee Segmented	Ø 200 x 160 mm
Reducer Segmented	Ø 90 x 63 mm	Reducing Tee Segmented	Ø 200 x 63 mm
Reducer Segmented	Ø 110 x 63 mm	Dop Segmented	Ø 63 mm

Sumber: [9]

### Kebutuhan Air Perumahan Grand Residence City

Kebutuhan air di Grand Residence City dihitung dari jumlah penduduk dan pola pemakaian, mencakup kebutuhan domestik, non-domestik, total kebutuhan, kebocoran, dan rata-rata kebutuhan air. Pola konsumsi air di wilayah Kabupaten Bekasi, khususnya pada kawasan Perumahan Grand Residence City sebesar 14, 79 m<sup>3</sup>/sr/bulan. Untuk memperoleh pola pemakaian air (liter/orang/hari), nilai tersebut perlu dikonversi melalui tahapan perhitungan berikut.

Pemakaian air (liter/orang/hari) = Pola pemakaian air (m<sup>3</sup>/sr/bulan)

$$= \frac{14,79 \text{ m}^3/\text{sr}/\text{bulan} \times 1000 \text{ liter}}{\frac{365 \text{ hari}}{12 \text{ bulan}}}$$

$$= \frac{486,082 \text{ liter}/\text{sr}/\text{hari}}{4 \text{ orang}/\text{sr}}$$

$$= 121,52 \text{ liter}/\text{orang}/\text{hari}$$

Setelah diketahui pemakaian air (liter/orang/hari) adapun langkah-langkah perhitungan dapat dilihat pada penjabaran di bawah ini mengambil contoh pada blok BG 1.



Gambar 4. Blok BG

Sumber: [9]

**Tabel 3.** Blok BG 1

No	Komplek	Rumah	Jiwa	Qd (1)	Qnd (2)	Qt (3)	Qleak (4)	Qavg (5)
1	BG1	9	36	0,051	0,005	0,056	0,006	0,061

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

1. Kebutuhan air domestik (Qd)
 
$$= \frac{\text{Keb.air (l/o/h)} \times \text{Jumlah jiwa yang dilayani}}{86400 \text{ detik}}$$

$$= \frac{121,52 \text{ l/o/h} \times 36 \text{ orang}}{86400 \text{ detik}}$$

$$= 0,051 \text{ liter/detik}$$
2. %ruko
 
$$= \frac{\sum \text{Ruko}}{\sum \text{Rumah}} \times 100\%$$

$$= \frac{255}{2.514} \times 100\%$$

$$= 10\% = 0,1$$
 Kebutuhan air non domestik (Qnd)
 
$$= Qd \times \%nd$$

$$= 0,051 \text{ l/o/d} \times 0,1$$

$$= 0,005 \text{ liter/detik}$$
3. Total kebutuhan air (Qt)
 
$$= Qd + Qnd$$

$$= 0,051 + 0,005$$

$$= 0,056 \text{ liter/detik}$$
4. Debit Kebocoran (Qleak)
 
$$= Qt \times 10\%$$

$$= 0,056 \text{ l/o/d} \times 0,1$$

$$= 0,006 \text{ liter/detik}$$
5. Kebutuhan air rata-rata (Qavg)
 
$$= Qt + Qleak$$

$$= 0,056 + 0,006$$

$$= 0,061 \text{ liter/detik}$$

Gambaran kebutuhan air per blok di area berikut disajikan pada **Tabel 4.**

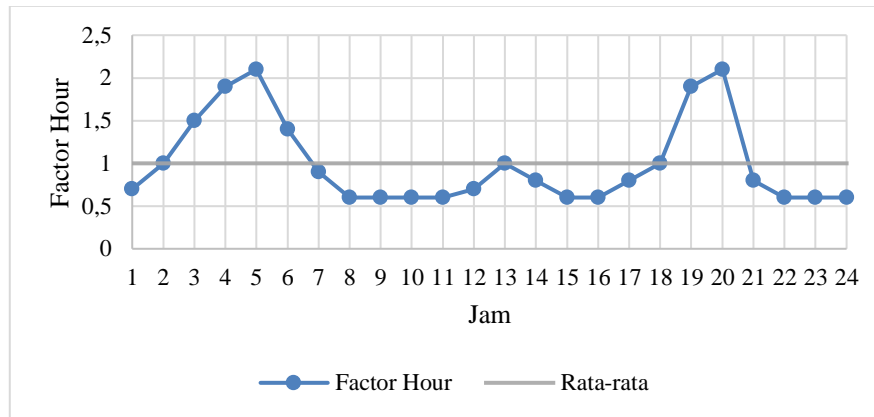
**Tabel 4.** Rekapitulasi Kebutuhan Air Setiap Blok

Blok	Jenis Bangunan	Total Rumah	Jiwa	Qd	Qnd	Qt	Qleq	Qavg
BG	Perumahan	109	436	0,614	0,06	0,674	0,069	0,743
AC	Perumahan	461	1844	2,59356	0,263	2,855	0,287	3,138
BD	Perumahan	609	2436	3,435	0,3435	3,773	0,375	4,142
BC	Perumahan	314	1256	1,769	0,1769	1,943	0,193	2,139
BB	Perumahan	392	1568	2,211	0,2211	2,429	0,245	2,665
AB	Perumahan	374	1496	2,104105	0,214	2,314	0,237	2,548
BA	Perumahan	12	48	0,068	0,0068	0,074	0,007	0,082
Komersil F	Ruko F	1	4	0,006	0,0006	0,006	0,001	0,007
Komersil BG	Ruko BG	41	164	0,231	0,0231	0,254	0,025	0,279
Komersil RR	Ruko AC	30	120	0,168779	0,017	0,186	0,019	0,204
Komersil RR	Ruko BC	19	76	0,107	0,0107	0,118	0,012	0,129
Komersil RR	Ruko BD	39	156	0,219	0,0219	0,241	0,024	0,265
Komersil RR	Ruko AB	33	132	0,185656	0,019	0,204	0,02	0,225
Komersil D	Ruko D	1	4	0,006	0,0006	0,006	0,001	0,007
Komersil B	Ruko B	1	4	0,006	0,0006	0,006	0,001	0,007
Komersil C	Ruko C	1	4	0,006	0,0006	0,006	0,001	0,007
Komersil M	Ruko M	6	24	0,033756	0,003	0,037	0,004	0,041
Komersil A	Ruko A	41	164	0,230664	0,023	0,254	0,025	0,279

Sumber: Hasil Perhitungan (2025)

### Fluktuasi Pemakaian Air di Perumahan Grand Residence City

Fluktuasi pemakaian air dipengaruhi oleh faktor sosial, ekonomi, iklim, dan aktivitas harian [10]. Penduduk dengan ekonomi tinggi dan yang tinggal di daerah panas seperti Kelurahan Cijengkol [11] cenderung menggunakan lebih banyak air, terutama pada jam sibuk pagi dan malam [12]. Aktivitas seperti mandi, wudhu, dan memasak mendominasi pemakaian air [13], dengan mayoritas penduduk berada pada usia produktif [14] dan beragama Islam yang turut memengaruhi pola konsumsi air [5]. Berikut gambar dari fluktuasi pemakaian air pada Perumahan Grand Residence City pada **Gambar 5**.



**Gambar 5.** Fluktuasi Pemakaian Air Perumahan Grand Residence City  
Sumber: [2]

### Simulasi Pendistribusian Air Minum Perumahan Grand Residence City

Simulasi distribusi air di Perumahan Grand Residence City menggunakan EPANET 2.2 dan dievaluasi berdasarkan Permen PU No. 27 Tahun 2016. Sebelum pelaksanaan simulasi hidrolis dilakukan, seluruh data teknis yang berkaitan dengan sistem jaringan distribusi air perlu diinput secara sistematis ke dalam perangkat lunak EPANET 2.2. Proses ini memerlukan ketelitian tinggi agar setiap komponen jaringan, seperti pipa, *junction*, tangki, dan *reservoir* yang dapat direpresentasikan sesuai dengan kondisi teknis dan topografi lapangan. Penginputan data yang tepat menjadi tahapan krusial dalam menjamin validitas hasil simulasi, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam evaluasi dan pengambilan keputusan teknis pada tahap perencanaan sistem penyediaan air minum. Berikut ini merupakan tahapan penginputan data ke dalam EPANET 2.2 untuk simulasi hidrolis sistem jaringan distribusi air.

- Menentukan jalur pipa distribusi berdasarkan peta topografi atau site plan, lalu menggambarinya dalam bentuk skema jaringan.
- Menentukan titik *junction* sebagai lokasi sambungan rumah (SR) dan titik *reservoir* sebagai sumber air. Pada *junction*, data yang harus dimasukkan meliputi elevasi (dalam meter), kebutuhan air (liter/detik), dan pola konsumsi air (*demand pattern*)  
Pada pipa (*link*), data yang harus dimasukkan mencakup panjang pipa, diameter pipa, dan koefisien kekasaran.
- Menjalankan simulasi hidrolis di EPANET 2.2 untuk mengetahui tekanan, debit, dan kecepatan aliran.
- Menganalisis hasil seperti tekanan dan kecepatan aliran sesuai dengan standar teknis terhadap Permen PU No. 27 Tahun 2016.

Berikut ini kriteria desain dari tiga parameter pada **Tabel 5**.

**Tabel 5.** Parameter Kriteria Desain

No	Uraian	Notasi	Kriteria
1	Kecepatan aliran pipa		
	a) Kecepatan minimum	V min	0,3 – 0,6 m/det
	b) Kecepatan maksimum Pipa	V max	3,0-4,5 m/det
2	Tekanan air dalam pipa		
	a) Tekanan minimum	h min	(0,5-1,0) atm, pada titik jangkauan pelayanan terjauh.

No	Uraian	Notasi	Kriteria
3	b) Tekanan maksimum Pipa PE 100 <i>Headloss</i>	h max	12,4 Mpa
	a) <i>Headloss</i> minimum	hfmin	0.1 m/km
	b) <i>Headloss</i> maksimum	hfmax	10m/km

Sumber: [15]

### Sisa Tekan

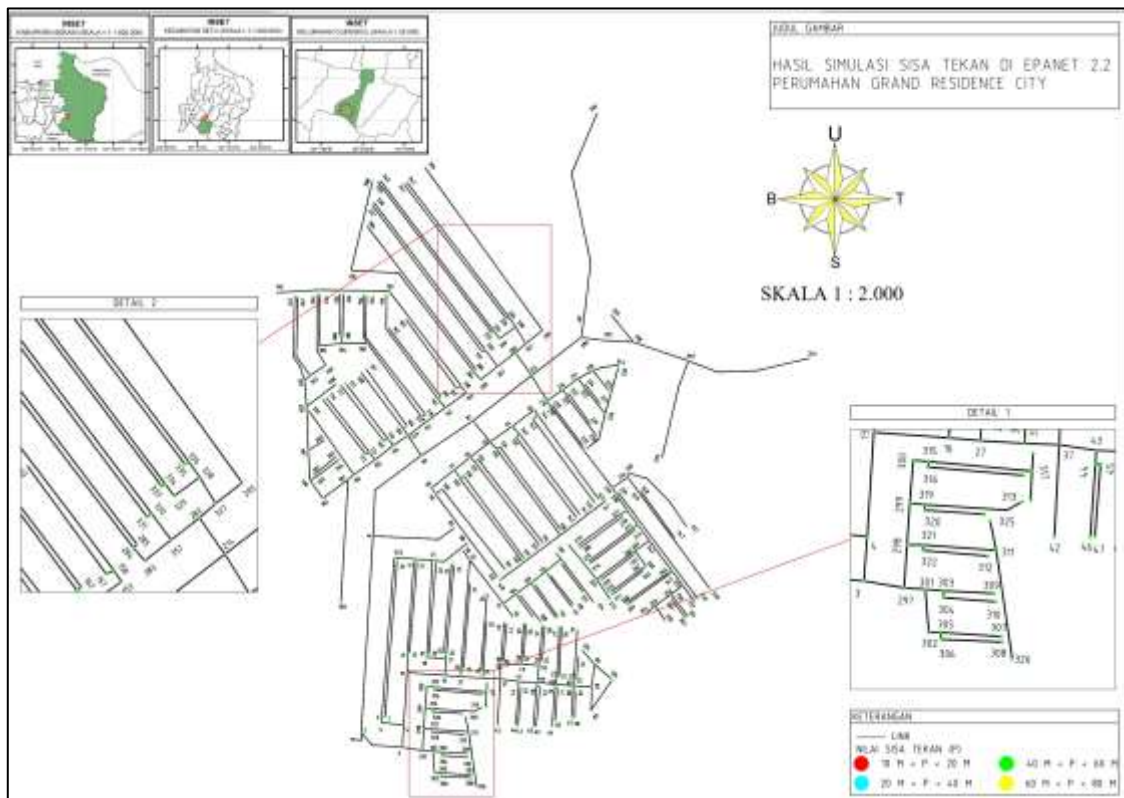
Sisa tekan adalah tekanan air yang tersisa setelah kehilangan tekanan akibat gesekan dan pemakaian [16], dengan batas maksimum 12 MPa menurut Permen PU No. 27 Tahun 2016 [15]; tekanan yang terlalu tinggi bisa menyebabkan kebocoran, sedangkan tekanan rendah menyebabkan aliran air lemah [17]. Hasil simulasi sisa tekan jaringan perpipaan Grand Residence City:

Sisa Tekan Minimum: 36,74 m, terjadi di node Junc. 343. Nilai ini masih berada di bawah batas maksimum yang ditetapkan dalam Permen PU No. 27 Tahun 2016 (122,3 m).

Sisa Tekan Maksimum: 41,72 m, terjadi di node Junc. 282. Nilai ini juga masih dalam batas yang diizinkan.

Sisa Tekan Rata-rata: 40,86 m, di bawah batas maksimum yang ditetapkan.

Rentang sisa tekan berada antara 36,74 m - 41,72 m dan seluruh node memenuhi syarat tekanan menurut Permen PU No. 27 Tahun 2016. Berikut ini peta hasil simulasi hidrolis sisa tekan di EPANET 2.2 pada **Gambar 6**.



**Gambar 6.** Hasil Simulasi Sisa Tekan  
Sumber: Hasil Analisis (2025)

### Kecepatan

Kecepatan aliran air di dalam pipa sangat berperan dalam memastikan distribusi air berjalan dengan baik [18]. Berdasarkan Permen PU No. 27 Tahun 2016, kecepatan yang dianjurkan berkisar antara 0,3–0,6 m/s sebagai batas bawah dan 3,0–4,5 m/s sebagai batas atas. Apabila kecepatan terlalu rendah, kotoran bisa mengendap dan menyebabkan korosi pada pipa, yang berdampak pada kerusakan pipa dan penurunan

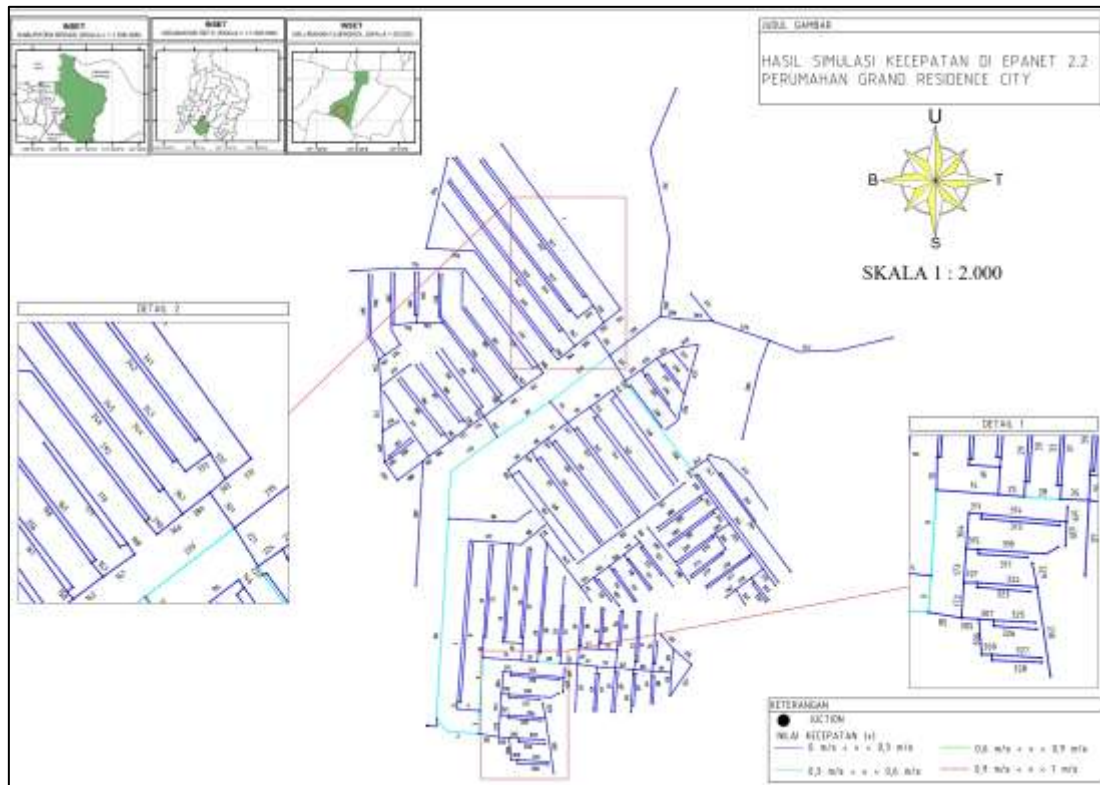
kualitas air [19]. Sebaliknya, kecepatan yang terlalu tinggi dapat menimbulkan erosi pada pipa [20]. Hasil simulasi jaringan perpipaan Grand Residence City:

Kecepatan minimum aliran air sebesar 0,01 m/s ditemukan di pipa link 371, di bawah batas desain Permen PU No. 27 Tahun 2016 (0,3–3,0 m/s).

Kecepatan maksimum 0,47 m/s tercatat pada link 89, masih sesuai dengan standar.

Kecepatan rata-rata sebesar 0,1 m/s juga berada di bawah rentang yang diizinkan.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa hanya sekitar 4% dari 340 pipa yang memiliki kecepatan sesuai dengan standar Permen PU No. 27 Tahun 2016. Kondisi ini disebabkan oleh diameter pipa yang terlalu besar dibandingkan dengan debit aliran, sehingga menurunkan kecepatan air [21]. Solusinya adalah dengan mengecilkan diameter pipa untuk meningkatkan kecepatan aliran [22]. Berikut ini peta hasil simulasi hidrolis kecepatan di EPANET 2.2 pada **Gambar 7**.



**Gambar 7.** Hasil Simulasi Kecepatan  
Sumber: Hasil Analisis (2025)

### Headloss

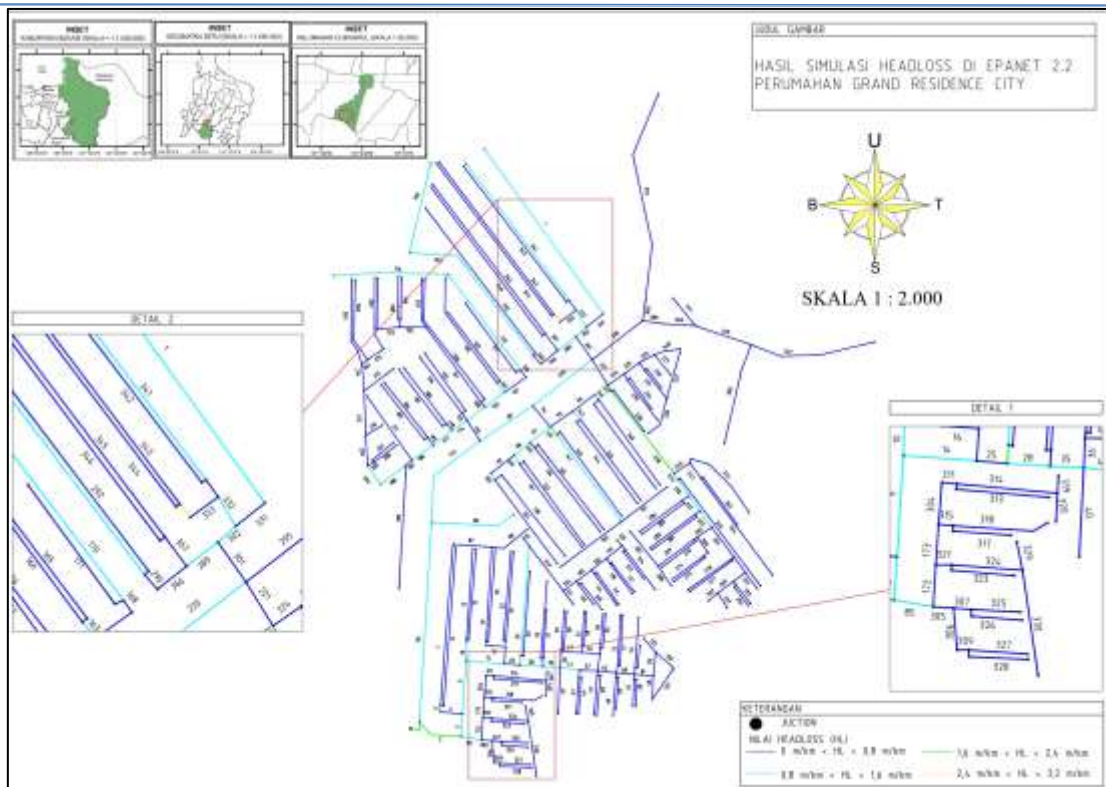
Menurut Permen PU No. 27 Tahun 2016, headloss harus berada antara 0,1 m/km (minimum) dan 10 m/km (maksimum) untuk meminimalkan kehilangan energi pada aliran pipa [23]. Headloss yang melebihi batas tersebut dapat menurunkan efisiensi aliran dan menyebabkan tekanan berkurang, sehingga berdampak pada ketersediaan air [24]. Hasil simulasi jaringan perpipaan Grand Residence City:

*Headloss* minimum sebesar 0,01 m/km ditemukan pada pipa link 371 dan masih di bawah batas maksimum 10 m/km sesuai Permen PU No. 27 Tahun 2016.

*Headloss* maksimum tercatat 2,4 m/km pada link 337, juga belum melampaui batas kriteria yang ditetapkan.

*Headloss* rata-rata sebesar 0,36 m/km masih dalam batas aman menurut kriteria Permen PU No. 27 Tahun 2016.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai headloss masih sesuai dengan batas yang ditetapkan dalam Permen PU No. 27 Tahun 2016, menandakan bahwa headloss pada pipa tidak berlebihan dan jaringan perpipaan berfungsi dengan baik [25]. Berikut ini peta hasil simulasi hidrolis *headloss* di EPANET 2.2 pada **Gambar 8**.



**Gambar 8.** Hasil Simulasi Headloss  
Sumber: Hasil Analisis (2025)

#### 4. Kesimpulan

Konsumsi air minum di Perumahan Grand Residence City tercatat sebesar 121 liter per orang per hari, yang lebih rendah dibandingkan standar Direktorat Jenderal Pekerjaan Umum Ciptakarya (2005) sebesar 190 liter/orang/hari, hal ini disebabkan oleh keterbatasan sumber air serta pencemaran akibat aktivitas industri. Jaringan pipa JDU dirancang dengan sistem cabang dan menggunakan pendekatan dead end, di mana aliran air bersifat satu arah tanpa koneksi silang antar cabang. Berdasarkan hasil simulasi hidrolis menggunakan EPANET 2.2 dan dibandingkan dengan kriteria teknis Permen PU No. 27 Tahun 2016, sebanyak 100% dari 399 junction memenuhi kriteria tekanan sisa, hanya 4% dari 340 pipa memiliki kecepatan aliran sesuai standar, dan seluruh pipa menunjukkan nilai headloss yang masih dalam batas desain.

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] Badan Pusat Statistika Kabupaten Bekasi, "Kabupaten Bekasi Dalam Angka Tahun 2023," *Badan Pusat Statistik Kabupaten Bekasi*, 2023.
- [2] PERUMDA Tirta Bhagasari Kabupaten Bekasi, "Data Air PERUMDA Tirta Bhagasari," 2024.
- [3] BAPPENAS. "Bappenas pastikan pemda sediakan akses air minum layak bagi masyarakat." <https://www.antaraneews.com/berita/2105530/bappenas-pastikan-pemda-sediakan-akses-air-minum-layak-bagi-masyarakat> (accessed 12 November 2024).
- [4] PERUMDA Tirta Bhagasari Kabupaten Bekasi. "Realisasikan 10 Juta SR Air Minum, Pemerintah Gandeng Bank Dunia." (accessed 13 November 2024).
- [5] Badan Pusat Statistika Kecamatan Setu, "Kecamatan Setu Dalam Angka Tahun 2023," *Badan Pusat Statistik Kecamatan Setu*, 2023.
- [6] Badan Informasi Geospasial. "Peta per Wilayah." <https://tanahair.indonesia.go.id/portalweb/download/perwilayah> (accessed).
- [7] A. Purnomo and A. N. Permata, "Perencanaan Sistem Distribusi Air Minum Zona Pelayanan Gresik Utara," *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, vol. 11, no. 2, pp. 60-67, 2019.
- [8] S. I. Wahyudi, "Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Prioritas Pendistribusian Air Bersih Pada Daerah Krisis Air di Wilayah Kabupaten Bondowoso Menggunakan Metode Simple Additive Weighting (SAW)," 2017.

- [9] P. G. P. Consultant, "Site Plan Pengoptimalisasi Jaringan SPAM Perumahan Grand Residence City," *Kabupaten Bekasi*, 2024.
- [10] T. J. McGhee and E. W. Steel, *Water supply and sewerage*. McGraw-Hill New York, 1991.
- [11] A. S. Hidayat, "Penggunaan Webgis dalam Analisis Perubahan Urban Heat Island di Kabupaten Bekasi Tahun 2008–2018," Jakarta: FITK UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 2020.
- [12] B. Syahputra, "Penentuan Faktor Jam Puncak dan Harian Maksimum Terhadap Pola Pemakaian Air Domestik Di Kecamatan Kalasan, Sleman, Yogyakarta," *Jurnal Lingkungan Sultan Agung*, vol. 1, no. 1, pp. 1-15, 2020.
- [13] F. Yustiana and W. N. A. Maulana, "Perbandingan Metode Perhitungan Faktor Jam Puncak PDAM Tirta Rangga di Kecamatan Pabuaran - Kabupaten Subang," *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, vol. 7, no. 3, p. 213, 2021.
- [14] Sahara, Siti, and Bayu Nurcahyo Adhi Nugroho. "Efektivitas penggunaan kereta listrik (KRL) Commuter Line Jabodetabek untuk mengurangi kemacetan di DKI Jakarta." *EKONOMIKA45: Jurnal Ilmiah Manajemen, Ekonomi Bisnis, Kewirausahaan* 10.2 (2023): 415-426.
- [15] K. P. U. d. P. Rakyat, "Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27/PRT/M/2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum," Jakarta: Kementerian PUPR, 2016.
- [16] D. Martínez García, J. Lee, J. Keck, J. Kooy, P. Yang, and B. Wilfley, "Pressure-based analysis of water main failures in California," *Journal of Water Resources Planning and Management*, vol. 146, no. 9, p. 05020016, 2020.
- [17] S. Sudarmadji, P. Puryanto, and H. Hamdi, "Pencegahan Terjadinya Pukulan Air Dalam Pipa Instalasi Plambing Pada Sistem Penyediaan Air Bersih," *Pilar: Jurnal Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya*, vol. 7, no. 2, p. 158299, 2012.
- [18] K. Abidin and S. Wagiani, "Studi analisis perbandingan kecepatan aliran air melalui pipa venturi dengan perbedaan diameter pipa," *Dinamika*, vol. 4, no. 1, 2015.
- [19] A. Irvandi, D. R. Jati, and U. Kadaria, "Analisis Kehilangan Air Pipa Transmisi PDAM Tirta Sebalu Kabupaten Bengkayang," *JURLIS: Jurnal Rekayasa Lingkungan Tropis Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura*, vol. 2, no. 1, pp. 91-100, 2021.
- [20] A. Pinandito, "Penentuan Ukuran Pipa Berdasarkan Laju Alir Maksimum Terjadi Erosi Dengan Persamaan Erosional Flow Pada Pipa Salur Sumur X Lapangan Y," *Universitas Islam Riau*, 2021.
- [21] S. Nugroho, I. Meicahayanti, and J. Nurdiana, "Analisis Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih Menggunakan EPANET 2.0 (Studi Kasus di Kelurahan Harapan Baru, Kota Samarinda)," *Teknik*, vol. 39, no. 1, pp. 62-66, 2018.
- [22] A. K. Yahya, P. Rahayu, H. Ulia, and A. Y. Maulana, "Analisa Head Loss Dan Kerja Pompa Dengan Variasi Perubahan Diameter Pada Sistem Pemipaan," *SAINTI: Majalah Ilmiah Teknologi Industri*, vol. 19, no. 2, pp. 51-57, 2022.
- [23] W. Waspodo, "Analisa Head Loss Sistem Jaringan Pipa Pada Sambungan Pipa Kombinasi Diameter Berbeda. Suara Teknik: Jurnal Ilmiah, 8 (1), 1–12," ed, 2017.
- [24] Sudirman, Sudirman, and Harves Harves. "Analisa Headloss Aliran Fluida Pada Pipa Lurus Dengan Variasi Debit Aliran Dan Variasi Diameter Pipa." *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi* 8.2 (2022): 165-173.
- [25] W. Laksono and A. Roihatin, "Analisa Headloss dan Estimasi Umur Pipa Water Injection pada Sistem Pompa Finish Mill Industri Semen," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 20, no. 1, pp. 73-80, 2025.