



ANALISIS TEKANAN DAN DEBIT ALIRAN PADA JARINGAN PIPA DISTRIBUSI AIR BERSIH PERUMDA TIRTA BATANGHARI KECAMATAN MUARA BULIAN MENGGUNAKAN SOFTWARE EPANET 2.2

Indra Yos Aguinaldi¹, Harmes^{2*}, Anna Emiliawati²

¹Program Sarjana Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia.

(*penulis koresponden). e-mail: harmes@unja.ac.id

[Diterima: 10 Juli 2026; Revisi : 14 Juli 2026; Disetujui : Juli 2026]

Abstract

The performance of a drinking water distribution network highly depends on pressure and flow parameters to ensure the continuity of water supply to customers. This study aims to evaluate the pressure and flow in the PERUMDA Tirta Batanghari pipeline network in Muara Bulian District using EPANET 2.2 hydraulic simulation. The reliability test of the network was carried out by applying a Critical Loading Scenario, where a constant flow of 150 L/s was distributed to 30 dead-end junctions. The simulation results indicate an uneven pressure distribution, with the lowest pressure at Junction 25 reaching 9.17 m—below the minimum SNI 7509:2011 standard (10 m)—and the highest pressure at Junction 36 reaching 70.18 m. In terms of flow parameters, the largest flow is concentrated in the main transmission line (Pipe 35) at 150 L/s, while the flow in the branch pipes is minimal. The relationship between these two parameters indicates that the structural bottleneck caused by the dominance of small-diameter pipes results in a severe 'flow starvation' and a drastic drop in the Hydraulic Grade Line at downstream areas. Optimization is highly recommended through pressure regulation using Pressure Reducing Valves (PRVs) and pipeline dimension reconfiguration (upsizing).

Keywords : Pressure, Water flow, Distribution network, EPANET 2.2, PERUMDA Tirta Batanghari.

Abstrak

Kinerja jaringan distribusi air minum sangat bergantung pada parameter tekanan (*pressure*) dan debit aliran (*flow*) untuk menjamin kontinuitas suplai air ke pelanggan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi tekanan dan debit aliran pada jaringan perpipaan PERUMDA Tirta Batanghari Kecamatan Muara Bulian dengan memanfaatkan simulasi hidraulik EPANET 2.2. Pengujian keandalan jaringan menerapkan Skenario Pembebanan Kritis, di mana debit konstan 150 L/detik difokuskan pada 30 simpul ujung (*dead-end*). Hasil simulasi menunjukkan bahwa distribusi tekanan tidak merata, dengan tekanan terendah di Junction 25 sebesar 9,17 m, yang berada di bawah standar minimum SNI 7509:2011 (10 m), serta tekanan tertinggi di Junction 36 mencapai 70,18 m. Pada parameter debit, aliran terbesar terkonsentrasi di jalur transmisi utama (Pipe 35) sebesar 150 L/detik, sedangkan pada pipa-pipa cabang nilainya sangat kecil.

Hubungan antara kedua parameter ini menunjukkan bahwa *bottleneck* struktural akibat dominasi pipa berdiameter kecil mengakibatkan fenomena kelaparan debit dan penurunan drastis nilai *Hydraulic Grade Line* di area hilir. Optimasi sangat direkomendasikan melalui pengaturan tekanan menggunakan *Pressure Reducing Valve* (PRV) dan rekonfigurasi perbesaran dimensi perpipaan (*upsizing*).

Kata Kunci : Tekanan, Debit aliran, Jaringan distribusi, EPANET 2.2, PERUMDA Tirta Batanghari.

1. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan elemen dasar yang sangat penting dalam menunjang kualitas hidup dan kesehatan manusia. Berdasarkan definisinya, air bersih adalah air yang layak pakai untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, bebas dari kontaminasi, dan memenuhi syarat baku mutu. Oleh karena itu, ketersediaannya bagi masyarakat harus dijamin secara berkelanjutan melalui infrastruktur yang memadai.

Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) merupakan infrastruktur utama yang berperan dalam mendistribusikan air bersih dari sumber atau unit pengolahan menuju pelanggan secara kontinu.. Untuk menjamin pelayanan yang optimal, keandalan jaringan perpipaan diukur dari dua indikator hidraulik utama, yaitu tekanan (*pressure*) dan debit aliran (*flow*). Berdasarkan SNI 7509:2011, tekanan layanan pada sistem distribusi harus dijaga pada rentang ideal 10–60 meter kolom air (mka) agar air dapat mengalir hingga ke pelanggan terjauh tanpa merusak infrastruktur.

PERUMDA Tirta Batanghari melayani wilayah Kecamatan Muara Bulian dengan jaringan perpipaan yang

berkembang secara bertahap. Perbedaan diameter pipa dan elevasi wilayah menyebabkan variasi tekanan dan debit pada beberapa segmen jaringan. Evaluasi kondisi hidraulik diperlukan untuk mengidentifikasi titik-titik pelayanan yang berpotensi mengalami penurunan kinerja.

Di wilayah pelayanan PERUMDA Tirta Batanghari Kecamatan Muara Bulian, sistem eksisting beroperasi melayani kawasan padat penduduk dengan total 7.908 sambungan rumah. Variasi topografi serta struktur jaringan yang didominasi oleh pipa berdiameter kecil memicu terjadinya ketidakseimbangan aliran.

Untuk mendeteksi permasalahan kinerja distribusi perpipaan secara fisik dan menyeluruh (seperti memetakan titik kebocoran nyata atau mengukur kehilangan air secara presisi di seluruh area), dibutuhkan ketersediaan data primer lapangan yang sangat masif, instrumen deteksi bawah tanah yang canggih, serta alokasi waktu dan biaya yang sangat besar.

Mengingat adanya keterbatasan ketersediaan data primer secara menyeluruh tersebut, upaya diagnosis "kesehatan" jaringan distribusi air bersih tidak dapat

sepenuhnya bergantung pada observasi fisik semata. Pendekatan pemodelan dan simulasi hidraulik berbasis perangkat lunak menjadi metode kuantitatif yang paling rasional, terukur, dan efektif untuk dilakukan.

Sejalan dengan urgensi tersebut, penelitian ini difokuskan pada analisis distribusi tekanan dan debit menggunakan bantuan perangkat lunak hidraulik EPANET 2.2. Perangkat lunak Epanet mampu mengidentifikasi masalah tekanan dan debit pada jaringan perpipaan, tanpa harus melakukan pengujian fisik langsung di seluruh titik jaringan. Melalui simulasi matematis yang mengintegrasikan data topografi, panjang pipa, diameter, dan beban kebutuhan air (*demand*).

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis distribusi tekanan dan debit pada jaringan distribusi air bersih PERUMDA Tirta Batanghari menggunakan EPANET 2.2 serta mengevaluasi kesesuaiannya terhadap standar pelayanan air minum.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah pelayanan PERUMDA Tirta Batanghari, khususnya di Kecamatan Muara Bulian yang mencakup Kelurahan Rengas Condong, Kelurahan Muara Bulian, dan Kelurahan Teratai. Wilayah ini dipilih karena merupakan pusat pelayanan utama dengan karakteristik topografi yang bervariasi serta dinamika pemakaian air yang tinggi.

Gambar 1. Lokasi Penelitian



2.2 Ruang Lingkup Penelitian

Agar kajian dalam penelitian ini lebih terarah dan spesifik, ruang lingkup wilayah studi difokuskan pada jaringan perpipaan PERUMDA Tirta Batanghari di pusat Kecamatan Muara Bulian, yang secara administratif mencakup Kelurahan Rengas Condong, Kelurahan Muara Bulian, dan Kelurahan Teratai. Analisis hidraulik secara khusus dibatasi pada evaluasi parameter tekanan (*pressure*) dan debit aliran (*flow*) dalam jaringan distribusi eksisting. Proses pemodelan dan simulasi komputasi dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak EPANET 2.2 dengan menjalankan kondisi aliran tunak (*steady-state*).

Data perpipaan yang diinput ke dalam model merupakan data sekunder yang meliputi jaringan dengan total panjang 155.729 meter, variasi elevasi simpul, serta material pipa yang didominasi oleh PVC berdiameter kecil seperti ukuran 2 inci dan 4 inci. Pengujian keandalan jaringan menerapkan Skenario Pembebanan Kritis, di mana debit konstan sebesar 150 L/detik difokuskan pada 30 simpul (*junction*) di ujung jaringan (*dead-end*). Skenario ini

bertujuan untuk menganalisis penurunan energi dan nilai *Hydraulic Grade Line* secara ekstrem yang memicu fenomena kelaparan debit di area hilir.

Indikator kinerja hidraulik yang ideal dalam evaluasi ini merujuk sepenuhnya pada ketentuan teknis Standar Nasional Indonesia (SNI 7509:2011), di mana tekanan sisa yang disyaratkan harus berada pada rentang 10 hingga 60 meter kolom air (mka). Berdasarkan hasil simulasi terhadap standar tersebut, batasan rekomendasi dan strategi optimasi sistem yang diusulkan hanya berfokus pada rekayasa teknis perpipaan. Upaya optimasi tersebut meliputi pembesaran dimensi pipa (*upsizing*) di jalur hilir untuk melancarkan suplai debit, serta instalasi *Pressure Reducing Valve* (PRV) di jalur hulu untuk mengendalikan tekanan berlebih (*overpressure*).

2.3 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh langsung dari instansi terkait. Data tersebut mencakup peta layout jaringan distribusi eksisting, data elevasi node, data dimensi dan panjang pipa dengan total bentang mencapai 155.729 meter (didominasi material PVC), serta data konsumsi debit aktual pelanggan.

Berdasarkan data inventarisasi teknis Direktorat PERUMDA Tirta Batanghari, sistem distribusi di Kota Muara Bulian dilayani oleh 3 (tiga) unit bangunan *reservoir* yang terpasang di lokasi strategis. Ketiga *reservoir* tersebut memiliki total kapasitas tampungan akumulatif sebesar 2.100 m^3 . Dalam skema operasional eksisting, seluruh unit tampungan ini

berstatus digunakan penuh tanpa adanya kapasitas sisa atau menganggur, yang menunjukkan bahwa fungsi penampungan bekerja secara maksimal untuk menstabilkan fluktuasi debit sebelum air dipompakan menuju jaringan distribusi utama pelanggan.

2.4 Pemodelan Menggunakan Epanet 2.2

Data jaringan yang telah terkumpul dipetakan ke dalam format digital menggunakan bantuan Google Earth Pro dan selanjutnya diimpor ke dalam perangkat lunak EPANET 2.2. Pemodelan mencakup pengaturan *junction* (node), *link* (pipa), *reservoir*, dan pompa. Simulasi dijalankan pada kondisi aliran tunak (*steady-state*) dengan Skenario Pembebanan Kritis (debit total 150 L/detik dialokasikan di simpul-simpul ujung) untuk menguji keandalan maksimal sistem.

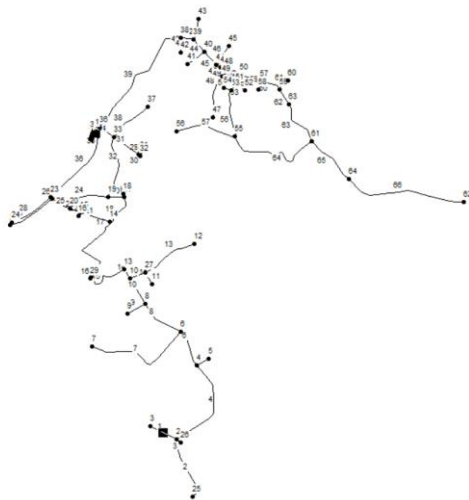
2.5 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang diterapkan dalam penelitian ini berbasis pada pemodelan hidraulik terkomputerisasi menggunakan perangkat lunak EPANET 2.2. Analisis dilakukan melalui pendekatan kuantitatif dengan menyimulasikan kondisi aliran tunak (*steady-state*) berdasarkan parameter eksisting di lapangan. Tahapan analisis data dilakukan secara sistematis yang meliputi digitalisasi jaringan, simulasi numerik, evaluasi standar, dan optimasi iteratif.

Pertama, proses input dan digitalisasi data dilakukan dengan memetakan topografi jaringan perpipaan. Parameter fisik seperti panjang pipa, diameter, elevasi simpul (node), serta koefisien kekasaran pipa (*Hazen-Williams* sebesar 140 untuk material PVC)

dimasukkan ke dalam model. Pembebanan debit dialokasikan menggunakan pendekatan Skenario Pembebanan Kritis, di mana beban aliran dikonsentrasikan pada simpul-simpul di ujung jaringan (*dead-end*) untuk menguji keandalan dan respons batas maksimal sistem terhadap kehilangan energi.

Gambar 2. Data Jaringan yang diinput kedalam Epanet



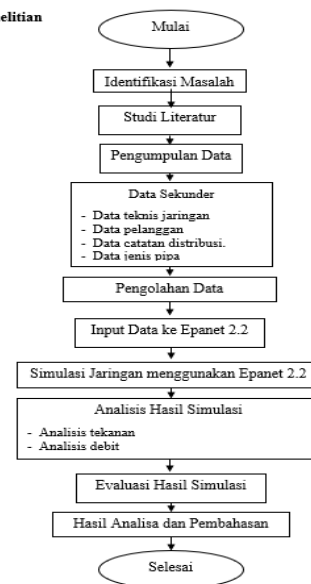
Kedua, simulasi hidraulik dijalankan untuk menyelesaikan persamaan kekekalan massa dan energi (persamaan *Hazen-Williams*). Dari simulasi ini, perangkat lunak secara matematis mengekstraksi parameter output utama yang dibutuhkan, yaitu besaran tekanan (*pressure*) di setiap titik simpul, nilai debit aliran (*flow*), kecepatan fluida (*velocity*), dan kehilangan energi spesifik (*unit headloss*) pada setiap ruas pipa.

Ketiga, hasil keluaran simulasi dievaluasi menggunakan analisis deskriptif komparatif terhadap Standar Nasional Indonesia (SNI 7509:2011). Identifikasi masalah dilakukan secara spesifik pada elemen-elemen yang menunjukkan

anomali, seperti simpul dengan defisit tekanan (<10 mka) atau tekanan berlebih (*overpressure* >60 mka), serta ruas pipa dengan laju kecepatan di luar batas izin operasional (0,3–2,5 m/s) dan memiliki headloss tinggi.

Terakhir, berdasarkan hasil identifikasi tersebut, dilakukan analisis optimasi melalui simulasi iteratif. Rekayasa hidraulik diterapkan dengan melakukan penyesuaian dimensi perpipaan (*upsizing* untuk mengurangi headloss, dan *downsizing* untuk menaikkan kecepatan) serta pemasangan *Pressure Reducing Valve* (PRV). Hasil optimasi ini kemudian divalidasi kembali untuk memastikan bahwa seluruh parameter hidraulik pada jaringan telah memenuhi kriteria kelayakan teknis.

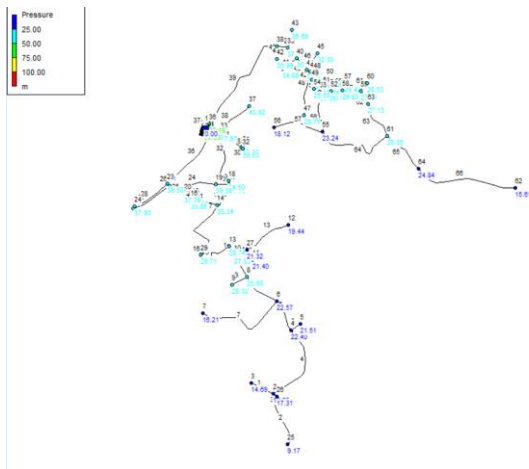
Bagan Alir Penelitian



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Tekanan pada Jaringan Distribusi

Gambar 1. Distribusi Tekanan Hasil Simulasi EPANET 2.2



Berdasarkan hasil running EPANET 2.2, distribusi tekanan di wilayah pelayanan menunjukkan variasi yang cukup drastis. *Junction* 25 yang memiliki elevasi tertinggi (33 m) tercatat hanya menerima tekanan sisa sebesar 9,17 m. Angka ini gagal memenuhi batas minimal kelayakan 10 mka (SNI 7509:2011), yang secara nyata menyebabkan suplai air mengecil atau terhenti pada jam puncak. Di sisi lain, pada *Junction* 36 yang berelevasi rendah (21 m), tekanan justru melonjak hingga 70,18 m. Kondisi *overpressure* ini berisiko tinggi memicu kebocoran (*real losses*) akibat ketahanan fisik sambungan pipa yang tidak mampu menahan beban hidraulik berlebih.

Tabel 1. Nilai Tekanan pada Ruas Jaringan Pipa

Junction	Tekanan (m)	Elevasi (m)	Demand (L/s)
Junc 2	18.65	28	0
Junc 3	14.69	30	5
Junc 4	22.4	26	0
Junc 5	21.51	26	5
Junc 6	22.57	27	0
Junc 7	16.21	26	5
Junc 8	25.68	26	0
Junc 9	25.33	25	5

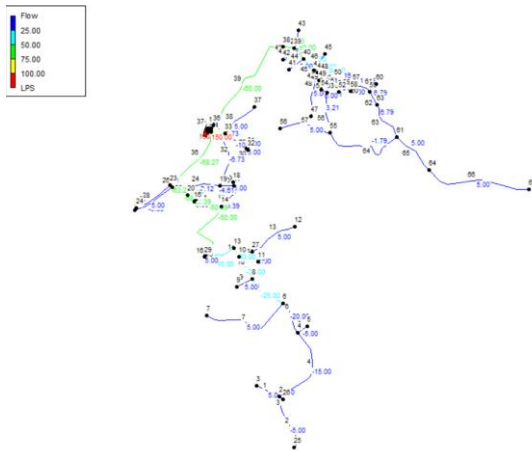
Junc 10	27.33	25	0
Junc 11	21.4	26	5
Junc 12	19.44	25	5
Junc 13	28.74	24	5
Junc 14	33.34	26	0
Junc 15	36.07	25	0
Junc 16	35.85	25	5
Junc 17	34.76	24	0
Junc 18	34.5	24	5
Junc 19	39.38	23	0
Junc 20	37.78	24	5
Junc 21	39.27	24	0
Junc 22	35.85	24	5
Junc 23	39.5	24	0
Junc 24	37.3	23	5
Junc 25	9.17	33	5
Junc 26	17.31	29	5
Junc 27	21.32	27	0
Junc 28	29.85	25	0
Junc 29	29.71	25	5
Junc 30	39.69	23	0
Junc 31	39.52	23	5
Junc 32	39.53	23	5
Junc 33	47.97	22	0
Junc 34	49.43	22	0
Junc 35	50	22	0
Junc 36	70.18	21	0
Junc 37	43.82	23	5
Junc 38	38.01	22	0
Junc 39	37.19	22	0
Junc 40	35.29	23	0
Junc 41	34.88	22	5
Junc 42	35.99	23	5
Junc 43	36.69	21	5
Junc 44	32.84	23	0
Junc 45	32.3	22	5
Junc 46	33.29	22	0
Junc 47	28.75	23	5
Junc 48	30.95	24	0
Junc 49	30.38	24	5
Junc 50	29.88	24	0
Junc 51	29.26	24	0
Junc 52	30.56	22	5
Junc 53	30.09	23	0
Junc 54	26.55	26	5
Junc 55	23.24	24	0
Junc 56	18.12	25	5

Junc 57	29.42	24	0
Junc 58	29.83	23	5
Junc 59	27.41	25	0
Junc 60	28.53	23	5
Junc 61	25.35	26	0
Junc 62	15.61	27	5
Junc 63	27.13	25	0
Junc 64	24.84	26	0
Resvr 1	0	22	-150

Sumber: Hasil Simulasi EPANET 2.2.

3.2 Analisis Debit pada Jaringan Distribusi

Gambar 2. Distribusi Debit Aliran Hasil Simulasi EPANET 2.2



Pola aliran debit sangat terkonsentrasi pada segmen transmisi utama. Pipe 35 yang merupakan urat nadi jaringan (berdiameter 300 mm) memikul beban aliran tertinggi mencapai 150 L/detik. Namun, pada percabangan pipa tersier yang menuju permukiman, debit aliran yang mengalir sangat minim. Ketidakseimbangan ini membuktikan bahwa kapasitas suplai dari *reservoir* sebenarnya mencukupi, tetapi tidak dapat terdistribusi secara proporsional ke pelanggan akibat hambatan (*bottleneck*) di sepanjang jalur.

Tabel 2. Nilai Debit pada Ruas Jaringan Pipa

Link ID	Diameter (mm)	Flow (Liter/s)
Pipa 1	100	5
Pipa 2	100	-5
Pipa 3	100	5
Pipa 4	200	-15
Pipa 5	100	-5
Pipa 6	200	-20
Pipa 7	100	5
Pipa 8	200	-25
Pipa 9	100	5
Pipa 10	250	-30
Pipa 11	100	-5
Pipa 12	100	-10
Pipa 13	100	5
Pipa 14	250	-40
Pipa 15	250	-45
Pipa 16	100	5
Pipa 17	250	-50
Pipa 18	50	0.39
Pipa 19	100	5
Pipa 20	75	-4.61
Pipa 21	250	-50.39
Pipa 22	100	5
Pipa 23	250	-55.39
Pipa 24	100	2.12
Pipa 25	250	-58.27
Pipa 26	250	-63.27
Pipa 27	100	-5
Pipa 28	100	5
Pipa 29	100	5
Pipa 30	100	5
Pipa 31	100	-10
Pipa 32	100	-6.73
Pipa 33	250	-21.73
Pipa 34	250	-81.73
Pipa 35	300	150
Pipa 36	250	-68.27
Pipa 38	100	5
Pipa 39	250	-60
Pipa 40	100	5
Pipa 41	250	55
Pipa 42	100	5
Pipa 43	250	50
Pipa 44	100	5
Pipa 45	200	45

Pipa 46	100	5
Pipa 47	200	40
Pipa 48	100	5
Pipa 49	200	35
Pipa 50	100	5
Pipa 51	200	30
Pipa 52	150	13.21
Pipa 53	100	5
Pipa 54	150	8.21
Pipa 55	100	5
Pipa 56	75	3.21
Pipa 57	100	5
Pipa 58	200	16.79
Pipa 59	100	5
Pipa 60	150	11.79
Pipa 61	100	5
Pipa 62	150	6.79
Pipa 63	150	6.79
Pipa 64	75	-1.79
Pipa 65	150	5
Pipa 66	100	5
Pump 37	-	150

Sumber: Hasil Simulasi EPANET 2.2. (Tanda negatif (-) pada nilai debit aliran menunjukkan arah pergerakan air yang berlawanan arah)

3.3 Pembahasan Hasil Analisis Tekanan dan Debit

Evaluasi kinerja jaringan dilakukan melalui pendekatan Skenario Pembebanan Kritis guna mengidentifikasi titik krusial kehilangan energi dan penurunan tekanan ekstrem, dengan fokus pada titik ujung jaringan (*dead-end*) sesuai pedoman Direktorat Jenderal Cipta Karya (2010) dan metodologi Putra et al. (2020). Simulasi dilakukan dengan mengalokasikan debit konstan sebesar 150 L/detik yang terdistribusi merata pada 30 simpul (*junction*) utama di wilayah permukiman, yaitu *Junction* 3, 5, 7, 9, 11, 12, 13, 16, 18, 20, 22, 24, 25, 26, 29, 31, 32, 37, 41, 42, 43,

45, 47, 49, 52, 54, 56, 58, 60, dan 62. Metode ini bertujuan untuk menguji batas ketahanan sistem perpipaan eksisting terhadap beban hidraulik maksimum serta memvalidasi kesesuaian operasional jaringan terhadap prinsip keseimbangan massa.

Pembebanan sebesar 150 L/detik tersebut dikalibrasi berdasarkan data demografi 7.908 sambungan rumah (SR) di pusat pelayanan Muara Bulian, dengan estimasi kebutuhan dasar harian sebesar 7.908 m³/hari. Simulasi menetapkan beban pasokan sebesar 12.960 m³/hari, yang sengaja melampaui kebutuhan dasar untuk memberikan *factor of safety* dalam mengakomodasi fluktuasi konsumsi pada jam puncak. Pendekatan ini secara komprehensif menguji kekuatan jaringan dalam mempertahankan stabilitas tekanan dan meminimalisasi kerugian energi saat sistem beroperasi pada kapasitas maksimalnya.

Ketimpangan tekanan yang mencolok antara *Junction* 25 dan *Junction* 36 mengindikasikan adanya disfungsi pada mekanisme distribusi sistem eksisting. Secara teoritis, tekanan statis dalam jaringan sangat dipengaruhi oleh *hydraulic grade line* (HGL) dan elevasi tanah. Defisit tekanan pada *Junction* 25 bukan sekadar akibat elevasi, melainkan cerminan dari kehilangan energi akumulatif sepanjang jalur pipa sekunder yang berdiameter kecil. Hal ini memaksa sistem kehilangan energi tekan sebelum mencapai simpul-simpul terjauh, sehingga ketersediaan tekanan di

pelanggan menjadi sangat rentan saat terjadi fluktuasi permintaan air di jam-jam puncak.

Lebih lanjut, pola distribusi debit yang terkonsentrasi pada pipa-pipa utama menunjukkan karakteristik jaringan yang bersifat *tree-like* (bercabang) dengan ketergantungan tinggi pada satu jalur suplai utama. Pengamatan terhadap Pipe 35 yang mengalirkan 150 L/detik membuktikan bahwa kapasitas produksi di hulu sebenarnya mencukupi. Namun, keterbatasan dimensi pipa pada jaringan hilir menyebabkan debit tidak mampu terdistribusi secara proporsional. Fenomena ini menyebabkan “kelaparan debit” pada simpul-simpul di ujung jaringan, di mana pelanggan pada area tersebut tidak mendapatkan kuantitas air yang sesuai dengan standar kebutuhan dasar, terlepas dari melimpahnya suplai pada jalur utama.

3.4 Hubungan Antara Tekanan dan Debit

Dalam prinsip hidraulika, tekanan sisa di ujung jaringan sangat dipengaruhi oleh besaran debit yang melintasi penampang pipa. Pemaksaan aliran debit yang besar (*demand* tinggi) melewati jaringan yang 95% didominasi oleh pipa berdiameter kecil (seperti 2 inci dan 4 inci) menyebabkan energi dorong habis terbuang menjadi rugi-rugi gesekan. Inilah penyebab utama mengapa debit air tidak mampu mencapai titik terjauh dan menekan jatuh nilai *pressure* di Junction 25. Layaknya pola spasial pada infrastruktur jaringan jalan yang membutuhkan diferensiasi penanganan (Harmes dkk., 2020), jaringan perpipaan air bersih di Muara Bulian juga menunjukkan heterogenitas spasial. Oleh karena itu, penanganan untuk area hulu yang kelebihan tekanan harus dibedakan pendekatannya dengan area hilir yang

mengalami kelaparan debit. Upaya optimalisasi seperti pemasangan *Pressure Reducing Valve* (PRV) di zona hulu (*Junction* 36) dan perbesaran dimensi pipa (*upsizing*) sangat direkomendasikan untuk menyeimbangkan kembali hubungan tekanan dan debit pada sistem eksisting.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemodelan EPANET 2.2 dengan penerapan Skenario Pembebanan Kritis, dapat disimpulkan bahwa sistem distribusi air bersih PERUMDA Tirta Batanghari Kecamatan Muara Bulian mengalami ketidakseimbangan hidraulik yang signifikan. Konsentrasi debit hanya optimal pada jalur utama (Pipe 35), sementara pipa cabang mengalami defisit suplai. Meskipun kapasitas suplai dari hulu terbukti mencukupi untuk mengakomodasi kebutuhan dasar dan jam puncak (*factor of safety*), keterbatasan dimensi pipa pada jaringan hilir (*bottleneck*) menyebabkan terjadinya fenomena “kelaparan debit” pada simpul-simpul ujung (*dead-end*). Kondisi ini memicu penurunan garis gradien hidraulik (HGL) secara drastis, yang berdampak pada defisit tekanan ekstrem di Junction 25 (9,17 m), serta memicu *overpressure* di area hulu seperti Junction 36 (70,18 m), sehingga melanggar standar ideal pelayanan SNI 7509:2011. Oleh karena itu, upaya optimasi melalui rekonfigurasi perbesaran dimensi pipa (*upsizing*) untuk menekan kehilangan energi, serta pemasangan *Pressure Reducing Valve* (PRV) untuk mengendalikan tekanan berlebih, sangat

krusial untuk dilakukan guna menjamin pemerataan distribusi debit dan menstabilkan sisa tekanan di seluruh area pelayanan.

EPANET 2.0 (Studi Kasus: SPAM IKK Kecamatan X). Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 5(2), 145-156.

Rossman, L. A. (2020). EPANET 2.2 User Manual. United States Environmental Protection Agency.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standardisasi Nasional. (2011). SNI 7509:2011 Tata Cara Perencanaan Teknik Jaringan

Distribusi dan Unit Pelayanan Sistem Penyediaan Air Minum. Jakarta: BSN.

Boulos, P. F., Lansey, K. E., & Karney, B. W. (2006). Comprehensive Water Distribution Systems

Analysis Handbook for Engineers and Planners. MWH Soft.

Direktorat Jenderal Cipta Karya. (2010). Pedoman Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum

(SPAM). Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta.

Harmes, H., Zuhdi, M., & Naswir, M. (2020). Efek spasial jaringan jalan di Kota Jambi

Mays, L. W. (2000). Water Distribution Systems Handbook. McGraw-Hill Professional.

Putra, H. E., Hariyadi, H., & Suryani, A. (2020). Evaluasi dan Pemodelan Jaringan Distribusi Air Bersih Menggunakan Perangkat Lunak