



ANALISIS TEKANAN DAN HEADLOSS PADA JARINGAN DISTRIBUSI AIR MINUM PADA BOOSTER JATAYU PERUMDAM TIRTA MAYANG KOTA JAMBI

(Studi Kasus Pada Wilayah Pelayanan IPA Broni 1)

Putra Pangestu¹, 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 : 13Juli 2026; Disetujui :15 Juli 2026]

Abstract

The hydraulic performance of a drinking water distribution system is highly influenced by pressure and headloss because both parameters determine the ability of the network to deliver water continuously and efficiently to consumers. This study aims to evaluate the pressure and headloss characteristics of the Booster Jatayu service area of Perumdam Tirta Mayang, Jambi City, using EPANET 2.2. Secondary data consisting of 37 junctions, 40 pipe segments, pipe diameters ranging from 110 mm to 350 mm, elevation, demand, and a Hazen-Williams roughness coefficient of 140 were used in the simulation. The results indicate that pressure values vary from 0.16 m to 30.46 m, while unit headloss ranges from 0.41 m/km to 7.18 m/km. Several junctions experience relatively low pressure due to elevation differences and energy losses along the pipelines. Overall, the distribution network is capable of supplying water to customers; however, optimization of several pipe sections is required to improve pressure distribution and reduce hydraulic energy losses.

Keywords flow rate, drinking water distribution, EPANET 2.2, Booster Jatayu.

Abstrak

Sistem distribusi air minum yang baik harus mampu mendistribusikan air kepada pelanggan secara merata dengan tekanan yang memadai dan kehilangan energi (*headloss*) yang masih berada dalam batas yang dapat diterima. Tekanan dan *headloss* merupakan parameter hidraulika yang sangat penting karena berpengaruh terhadap kontinuitas, keandalan, dan efisiensi pelayanan air minum. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tekanan dan *headloss* pada jaringan distribusi air minum wilayah pelayanan Booster Jatayu Perumdam Tirta Mayang Kota Jambi menggunakan perangkat lunak EPANET 2.2. Penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan memanfaatkan data sekunder yang diperoleh dari Perumdam Tirta Mayang Kota Jambi, meliputi data jaringan distribusi eksisting, diameter pipa, panjang pipa, elevasi junction, kebutuhan air (*demand*), serta koefisien kekasaran Hazen–Williams. Model jaringan yang disimulasikan terdiri atas 37 *junction* dan 40 ruas pipa dengan diameter antara 110 mm hingga 350 mm. Hasil simulasi menunjukkan bahwa tekanan pada jaringan distribusi berkisar antara 0,16 m hingga 30,46 m, sedangkan nilai *unit headloss* berkisar antara 0,41 m/km hingga 7,18 m/km. Beberapa *junction* masih memiliki tekanan di bawah standar pelayanan akibat perbedaan elevasi dan besarnya kehilangan energi pada jaringan. Nilai *headloss* yang tinggi umumnya terjadi pada ruas pipa dengan diameter yang lebih kecil dan debit aliran yang lebih besar. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa tekanan dan *headloss* memiliki hubungan yang erat, dimana peningkatan kehilangan energi akan menyebabkan penurunan tekanan pada jaringan distribusi. Secara umum, jaringan distribusi air minum wilayah pelayanan *Booster* Jatayu masih mampu mendistribusikan air kepada pelanggan, namun beberapa ruas pipa masih memerlukan evaluasi dan optimalisasi untuk meningkatkan pemerataan tekanan serta mengurangi kehilangan energi.

Kata kunci: tekanan, *headloss*, jaringan distribusi air minum, EPANET 2.2, *Booster* Jatayu.

PENDAHULUAN

Air minum merupakan salah satu kebutuhan dasar masyarakat yang harus tersedia secara berkelanjutan untuk mendukung kesehatan, aktivitas ekonomi, dan peningkatan kualitas hidup. Sistem penyediaan air minum tidak hanya dituntut mampu menyediakan air dalam jumlah yang cukup, tetapi juga harus mampu mendistribusikan air hingga ke pelanggan dengan tekanan yang memadai serta kehilangan energi yang masih berada dalam batas yang dapat diterima. Oleh karena itu, evaluasi terhadap kinerja jaringan distribusi air minum menjadi salah satu aspek penting dalam upaya meningkatkan kualitas pelayanan kepada masyarakat (Kementerian PUPR, 2016).

Jaringan distribusi air minum merupakan komponen utama dalam sistem penyediaan air minum yang berfungsi mengalirkan air dari instalasi pengolahan menuju pelanggan melalui jaringan perpipaan. Kinerja jaringan distribusi dipengaruhi oleh beberapa parameter hidraulika, antara lain tekanan, debit aliran, kecepatan aliran, dan kehilangan energi (headloss). Keempat parameter tersebut saling berkaitan dalam menentukan kemampuan sistem dalam mendistribusikan air secara merata kepada seluruh pelanggan. Apabila tekanan pada jaringan terlalu rendah atau kehilangan energi terlalu besar, maka pelayanan air minum kepada masyarakat dapat terganggu (Rossman, 2020).

Tekanan merupakan salah satu parameter hidraulika yang sangat penting karena menentukan kemampuan air untuk mencapai titik pelayanan sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Tekanan yang terlalu

rendah dapat menyebabkan air tidak mampu mengalir hingga ke daerah pelayanan tertentu, sedangkan tekanan yang terlalu tinggi dapat meningkatkan risiko kebocoran maupun kerusakan pada jaringan perpipaan. Oleh sebab itu, sistem distribusi air minum harus dirancang agar mampu mempertahankan tekanan pelayanan sesuai dengan ketentuan yang berlaku (Kementerian Pekerjaan Umum, 2007).

Selain tekanan, kehilangan energi atau headloss juga merupakan parameter yang perlu diperhatikan dalam evaluasi jaringan distribusi. Headloss merupakan penurunan energi aliran yang terjadi akibat gesekan antara air dengan dinding pipa maupun akibat perubahan arah aliran dan komponen jaringan lainnya. Besarnya headloss dipengaruhi oleh panjang pipa, diameter pipa, debit aliran, serta tingkat kekasaran permukaan pipa. Nilai headloss yang tinggi akan menyebabkan tekanan pada jaringan semakin menurun sehingga dapat memengaruhi kualitas pelayanan distribusi air minum (Triatmodjo, 1996).

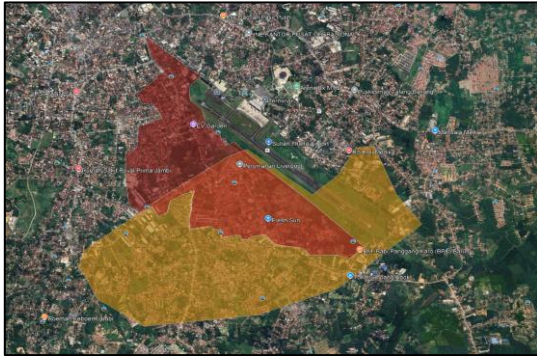
METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada wilayah pelayanan Booster Jatayu Perumdam Tirta Mayang Kota Jambi yang merupakan bagian dari wilayah pelayanan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Broni 1. Wilayah pelayanan tersebut dipilih karena memiliki karakteristik jaringan distribusi yang cukup kompleks dengan variasi diameter pipa, panjang pipa, elevasi, serta kebutuhan air pelanggan yang berbeda-beda. Kondisi

tersebut mempengaruhi karakteristik hidraulika jaringan, khususnya tekanan dan kehilangan energi (*headloss*), sehingga perlu dilakukan evaluasi menggunakan perangkat lunak EPANET 2.2.

Gambar 1. Lokasi Penelitian



Gambar 1 menunjukkan lokasi penelitian yang berada pada wilayah pelayanan Booster Jatayu Perumdam Tirta Mayang Kota Jambi, yang merupakan bagian dari wilayah pelayanan Instalasi Pengolahan Air (IPA) Broni 1. Kondisi topografi, panjang pipa, diameter pipa, dan kebutuhan air pelanggan yang berbeda pada setiap ruas jaringan menyebabkan karakteristik hidraulika yang bervariasi sehingga perlu dilakukan analisis menggunakan perangkat lunak EPANET 2.2 untuk mengevaluasi tekanan dan kehilangan energi (*headloss*) pada sistem distribusi.

Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini difokuskan pada analisis hidraulika jaringan distribusi air minum di wilayah pelayanan Booster Jatayu Perumdam Tirta Mayang Kota Jambi menggunakan perangkat lunak EPANET 2.2. Analisis dilakukan berdasarkan data jaringan distribusi eksisting yang diperoleh dari Perumdam Tirta Mayang Kota Jambi. Ruang lingkup penelitian dibatasi pada analisis parameter hidraulika berupa tekanan (*pressure*) pada setiap junction dan kehilangan energi (*unit headloss*) pada

setiap ruas pipa. Data yang digunakan meliputi data elevasi, panjang pipa, diameter pipa, kebutuhan air (*demand*), koefisien kekasaran Hazen-Williams, serta peta jaringan distribusi. Penelitian ini tidak membahas aspek kualitas air, analisis ekonomi, maupun perencanaan pengembangan jaringan distribusi, sehingga hasil penelitian difokuskan pada evaluasi kondisi hidraulika jaringan distribusi eksisting.

Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Perumdam Tirta Mayang Kota Jambi. Data yang digunakan meliputi peta jaringan distribusi eksisting, data elevasi setiap junction, panjang pipa, diameter pipa, koefisien kekasaran pipa Hazen-Williams, jumlah pelanggan, kebutuhan air, serta data operasional sistem distribusi pada wilayah pelayanan Booster Jatayu. Seluruh data tersebut digunakan sebagai dasar dalam penyusunan model hidraulika menggunakan perangkat lunak EPANET 2.2.

Pemodelan Menggunakan EPANET 2.2

Pemodelan jaringan distribusi dilakukan menggunakan perangkat lunak EPANET 2.2. Tahapan pemodelan diawali dengan memasukkan konfigurasi jaringan perpipaan sesuai kondisi eksisting, kemudian dilanjutkan dengan input data elevasi junction, kebutuhan air (*demand*), panjang pipa, diameter pipa, serta koefisien kekasaran Hazen-Williams sebesar 140. Setelah seluruh data dimasukkan, dilakukan proses simulasi hidraulika untuk memperoleh parameter tekanan (*pressure*) dan kehilangan energi (*headloss*) pada setiap ruas pipa dan titik pelayanan.

Perhitungan kehilangan energi pada jaringan distribusi menggunakan persamaan Hazen-Williams sebagai berikut.

$$hL \left(\frac{m}{km} \right) = 1,2122 \times 10^{12} \times \left(\frac{C}{Q} \right)^{1,852} \times D^{-4,87}$$

dengan:

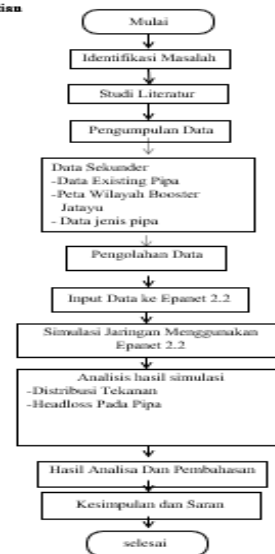
- h_L = kehilangan energi (m)
- L = panjang pipa (m)
- Q = debit aliran (m^3/s)
- C = koefisien kekasaran Hazen-Williams
- D = diameter dalam pipa (m)

Persamaan tersebut digunakan oleh EPANET 2.2 dalam menghitung kehilangan energi akibat gesekan pada jaringan perpipaan.

Teknik Analisis Data

Analisis dilakukan berdasarkan hasil simulasi EPANET 2.2. Parameter yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi tekanan (pressure) pada setiap junction dan kehilangan energi (unit headloss) pada setiap ruas pipa. Selanjutnya dilakukan evaluasi terhadap hasil simulasi untuk mengetahui kondisi tekanan pada jaringan distribusi, mengidentifikasi titik dengan tekanan tertinggi dan terendah, menentukan nilai headloss terbesar dan terkecil, serta menganalisis hubungan antara tekanan dan kehilangan energi pada jaringan distribusi air minum wilayah pelayanan Booster Jatayu.

Bagan Alir Penelitian



Tahapan penelitian yang dilakukan dalam menganalisis tekanan dan *headloss* pada jaringan distribusi air minum wilayah pelayanan Booster Jatayu Perumdam Tirta Mayang Kota Jambi. Penelitian diawali dengan identifikasi masalah dan studi literatur, dilanjutkan dengan pengumpulan data jaringan distribusi, pengolahan data, serta pemodelan jaringan menggunakan perangkat lunak EPANET 2.2. Selanjutnya dilakukan simulasi hidraulika untuk memperoleh nilai tekanan dan *unit headloss* pada setiap komponen jaringan. Hasil simulasi kemudian dianalisis dan dievaluasi untuk mengetahui kondisi hidraulika jaringan distribusi sebelum dilakukan penarikan kesimpulan sesuai dengan tujuan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Tekanan pada Jaringan Distribusi

Hasil simulasi hidraulika menggunakan perangkat lunak EPANET 2.2 menunjukkan bahwa tekanan pada jaringan distribusi air minum wilayah pelayanan Booster Jatayu memiliki variasi yang cukup besar. Variasi tekanan tersebut dipengaruhi oleh kondisi

elevasi, panjang pipa, diameter pipa, debit aliran, serta kehilangan energi yang terjadi selama proses distribusi air.

Berdasarkan hasil simulasi, tekanan pada jaringan distribusi berkisar antara 0,16 m hingga 30,46 m. Tekanan tertinggi terjadi pada Junction 26 sebesar 30,46 m, sedangkan tekanan terendah terjadi pada Junction 2 sebesar 0,16 m. Selain itu, beberapa junction lainnya juga menunjukkan tekanan yang relatif rendah, seperti Junction 3 sebesar 0,81 m, Junction 4 sebesar 0,29 m, Junction 29 sebesar 1,36 m, dan Junction 30 sebesar 0,81 m. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa distribusi tekanan pada jaringan belum sepenuhnya merata.

Tabel 1. Tekanan pada Beberapa Junction

Junction	Tekanan (m)
Junc 2	0,16
Junc 3	0,81
Junc 4	0,29
Junc 17	22,90
Junc 22	11,87
Junc 26	30,46
Junc 29	1,36
Junc 30	0,81

Sumber: Hasil Simulasi EPANET 2.2, 2026.

Gambar 2. Distribusi Tekanan Hasil Simulasi EPANET 2.2



Berdasarkan Gambar 2 terlihat bahwa distribusi tekanan pada jaringan tidak merata. Titik-titik yang berada lebih dekat dengan sumber tekanan memiliki tekanan yang relatif lebih tinggi dibandingkan titik yang berada pada bagian hilir jaringan. Selain itu, perbedaan elevasi dan panjang pipa juga mempengaruhi besarnya tekanan yang diterima oleh masing-masing junction.

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007, tekanan pelayanan pada sistem distribusi air minum harus mampu memenuhi kebutuhan pelanggan secara memadai. Hasil simulasi menunjukkan bahwa masih terdapat beberapa junction yang memiliki tekanan di bawah standar pelayanan sehingga memerlukan evaluasi lebih lanjut untuk meningkatkan kualitas pelayanan distribusi air minum.

Analisis Headloss pada Jaringan Distribusi

Selain tekanan, parameter hidraulika lain yang dianalisis pada penelitian ini adalah kehilangan energi (headloss). Headloss merupakan kehilangan energi yang terjadi selama air mengalir di dalam pipa akibat gesekan antara fluida dengan dinding pipa. Besarnya kehilangan energi dipengaruhi oleh panjang pipa, diameter pipa, debit aliran, kecepatan aliran, serta tingkat

kekasaran permukaan pipa. Semakin panjang pipa dan semakin besar debit yang mengalir, maka kehilangan energi yang terjadi akan semakin besar. Sebaliknya, penggunaan diameter pipa yang lebih besar akan menurunkan kehilangan energi sehingga distribusi air menjadi lebih efisien.

Berdasarkan hasil simulasi menggunakan perangkat lunak EPANET 2.2, nilai unit headloss pada jaringan distribusi Booster Jatayu bervariasi antara 0,41 m/km hingga 7,18 m/km. Variasi tersebut menunjukkan bahwa setiap ruas pipa memiliki karakteristik hidraulika yang berbeda sesuai dengan kondisi jaringan eksisting.

Nilai headloss terbesar terjadi pada Pipe 22 sebesar 7,18 m/km, sedangkan nilai headloss terkecil terjadi pada Pipe 10 sebesar 0,41 m/km. Selain itu, beberapa ruas pipa lain juga memiliki nilai headloss yang relatif tinggi, seperti Pipe 23 sebesar 6,61 m/km, Pipe 24 sebesar 6,92 m/km, Pipe 27 sebesar 5,11 m/km, dan Pipe 28 sebesar 5,88 m/km. Nilai tersebut menunjukkan bahwa ruas pipa tersebut mengalami kehilangan energi yang lebih besar dibandingkan ruas pipa lainnya.

Tabel 2. Nilai Headloss pada Beberapa Ruas Pipa

Link ID	Unit Headloss (m/km)
Pipe 10	0,41
Pipe 18	1,26
Pipe 22	7,18
Pipe 23	6,61
Pipe 24	6,92
Pipe 27	5,11
Pipe 28	5,88

Sumber: Hasil Simulasi EPANET 2.2.

Gambar 3. Distribusi Unit Headloss Hasil Simulasi EPANET 2.2



Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa distribusi kehilangan energi pada jaringan tidak seragam. Beberapa ruas pipa menunjukkan nilai headloss yang tinggi akibat kombinasi antara debit aliran yang besar, diameter pipa yang relatif kecil, dan panjang pipa yang cukup besar. Sebaliknya, ruas pipa dengan diameter lebih besar dan debit yang lebih kecil cenderung memiliki nilai headloss yang rendah.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai headloss masih berada pada kondisi yang dapat diterima untuk pengoperasian sistem distribusi. Meskipun demikian, ruas-ruas pipa dengan kehilangan energi yang tinggi perlu menjadi perhatian karena dapat menyebabkan penurunan tekanan pada bagian hilir jaringan apabila tidak dilakukan evaluasi secara berkala.

Hubungan Tekanan dan Headloss

Tekanan dan headloss merupakan dua parameter hidraulika yang saling berkaitan dalam sistem distribusi air minum. Kehilangan energi yang terjadi sepanjang jaringan perpipaan akan mengurangi energi aliran sehingga tekanan pada titik pelayanan menjadi lebih rendah. Oleh karena itu, semakin besar nilai headloss pada suatu ruas pipa, maka semakin besar pula potensi penurunan tekanan pada junction yang berada setelah ruas pipa tersebut.

Berdasarkan hasil simulasi EPANET 2.2, beberapa junction yang memiliki tekanan rendah berada pada bagian jaringan yang dilalui oleh ruas pipa dengan nilai headloss relatif tinggi. Kondisi ini menunjukkan bahwa kehilangan energi memberikan pengaruh terhadap distribusi tekanan pada sistem perpipaan. Selain dipengaruhi oleh headloss, tekanan juga dipengaruhi oleh elevasi, panjang pipa, diameter pipa, serta kebutuhan air pada masing-masing node.

Secara keseluruhan, hasil simulasi menunjukkan bahwa hubungan antara tekanan dan headloss pada jaringan distribusi Booster Jatayu sesuai dengan prinsip hidraulika, yaitu peningkatan kehilangan energi akan diikuti dengan penurunan tekanan pada jaringan. Oleh karena itu, evaluasi kedua parameter tersebut secara bersamaan sangat penting untuk mengetahui tingkat kinerja sistem distribusi air minum dan sebagai dasar dalam menentukan alternatif perbaikan jaringan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi hidraulika menggunakan perangkat lunak EPANET 2.2, tekanan pada jaringan distribusi air minum wilayah pelayanan Booster Jatayu Perumdam Tirta Mayang Kota Jambi menunjukkan variasi yang cukup besar, yaitu berkisar antara 0,16 m hingga 30,46 m. Tekanan tertinggi terjadi pada Junction 26 sebesar 30,46 m, sedangkan tekanan terendah terjadi pada Junction 2 sebesar 0,16 m. Hasil tersebut menunjukkan bahwa masih terdapat beberapa titik pelayanan yang belum memperoleh tekanan sesuai dengan standar pelayanan sehingga diperlukan evaluasi terhadap sistem distribusi untuk meningkatkan pemerataan tekanan.

Hasil simulasi juga menunjukkan bahwa nilai unit headloss pada jaringan distribusi berkisar antara 0,41 m/km hingga 7,18 m/km. Nilai headloss terbesar terjadi pada Pipe 22, sedangkan nilai terkecil terjadi pada Pipe 10. Besarnya kehilangan energi dipengaruhi oleh panjang pipa, diameter pipa, serta debit aliran yang mengalir pada setiap ruas pipa.

Analisis hubungan antara tekanan dan headloss menunjukkan bahwa ruas pipa dengan kehilangan energi yang tinggi cenderung menyebabkan penurunan tekanan pada bagian hilir jaringan. Dengan demikian, kedua parameter tersebut memiliki hubungan yang erat dalam menentukan kinerja hidraulika sistem distribusi air minum.

Secara umum, jaringan distribusi air minum wilayah pelayanan Booster Jatayu masih mampu mendistribusikan air kepada pelanggan. Namun demikian, beberapa ruas pipa dan titik pelayanan masih memerlukan evaluasi lebih lanjut guna meningkatkan pemerataan tekanan, mengurangi kehilangan energi, serta meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem distribusi air minum.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standardisasi Nasional. 2011. *SNI 7509:2011 Tata Cara Perencanaan Teknik Jaringan Distribusi dan Unit Pelayanan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Chadwick, A., Morfett, J., & Borthwick, M. 2013. *Hydraulics in Civil and Environmental Engineering*. 5th Edition. London: CRC Press.

Gupta, R.S. 2010. *Hydrology and Hydraulic Systems*. 4th Edition. Illinois: Waveland Press.

Kementerian Pekerjaan Umum. 2007. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2016. *Peraturan Menteri PUPR Nomor 27/PRT/M/2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum*. Jakarta.

Rossman, L.A. 2020. *EPANET 2.2 User Manual*. Cincinnati, Ohio: United States Environmental Protection Agency.

Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset.

Triatmodjo, B. 1996. *Hidraulika II*. Yogyakarta: Beta Offset.

Viessman, W., & Hammer, M.J. 2005. *Water Supply and Pollution Control*. 7th Edition. New Jersey: Pearson Prentice Hall.