

Simulasi Sistem Jaringan Distribusi Air Minum di Kampus Unand Menggunakan EPAnet

Puti Sri Komala^{1*}, Ansiha Nur¹, Ridwan¹, dan Septia Emida¹

¹Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang, Indonesia; e-mail: putisrikomala@eng.unand.ac.id

ABSTRAK

Jaringan distribusi merupakan salah satu komponen utama sistem penyediaan air yang perlu dirancang secara cermat agar air dapat terdistribusikan dengan baik ke pengguna. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pemakaian air dan menganalisis jaringan distribusi utama pada sistem penyediaan air minum Universitas Andalas (SPAM Unand) melalui simulasi EPAnet. Pengamatan fluktuasi air dilakukan di outlet reservoir selama waktu kerja mulai jam 08.00 sampai 16.00. Data jaringan distribusi SPAM Unand berasal dari Master Plan Unand 2020-2030, pengukuran panjang pipa dengan speedometer dan elevasi dari *google earth*. Hasil pengamatan fluktuasi air di reservoir selama jam kerja (08:00-16:00) diperoleh debit pemakaian air sebesar 12,78 L/detik, debit puncak 105 L/jam dengan faktor puncak 2,52. Pemakaian air per orang per hari diperoleh sebesar 31 L/orang/hari, lebih kecil dibandingkan dengan SNI 7065-2005 standar pemakaian air untuk perguruan tinggi yaitu 80 L/hari. Tekanan di jaringan distribusi hasil simulasi EPAnet berkisar antara 31,93 – 124,43 m dan kecepatan aliran berkisar antara 0,03-0,42 m/detik. Tekanan di jaringan distribusi masih melebihi kriteria dan kecepatan rata-rata belum memenuhi Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum. Simulasi EPAnet pada jaringan distribusi menunjukkan bahwa kecepatan aliran relatif rendah dengan tekanan yang tinggi, akibat pemakaian ukuran diameter yang besar serta kawasan kampus memiliki beda elevasi yang cukup besar. Alternatif pemasangan pressure reducing valve (PRV) dan penggantian diameter pipa masih belum menunjukkan hasil yang optimal. Perlu kajian lebih jauh terhadap kapasitas masing-masing WTP dan kapasitas kampus mendatang.

Kata Kunci: EPAnet; jaringan distribusi; Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM); Universitas Andalas; pemakaian air

ABSTRACT

The distribution network is a key component of the water supply system that must be carefully designed to ensure effective water delivery to users. This study aims to evaluate water usage and analyze the main distribution network in the Universitas Andalas Drinking Water Supply System (SPAM Unand) using EPAnet simulation. The distribution network data was sourced from the Unand Master Plan 2020–2030, with pipe lengths measured by speedometer and elevation obtained via Google Earth. Water flow fluctuations at the reservoir outlet were observed during working hours (08:00–16:00), revealing a water usage flow rate of 12.78 L/sec and a peak flow of 105 L/h with a peak factor of 2.52. Daily water consumption per person was found to be 31 L/cap/day, significantly lower than the SNI 7065-2005 standard of 80 L/Cap/day for universities. EPAnet simulation results showed pressure in the water distribution network ranging from 31.93 to 124.43 meters, and flow velocity ranging from 0.03 to 0.42 m/sec. The pressure values exceed the acceptable criteria, and the average flow velocity does not meet the requirements set by the Ministry of Public Works Regulation No. 18/PRT/M/2007 on implementing the Development of Drinking Water Supply Systems. The low velocity and high pressure are attributed to large pipe diameters and significant elevation differences across the campus. Alternatives such as installing pressure-reducing valves (PRVs) and adjusting pipe diameters have not yielded optimal results. Further studies are needed to assess the capacity of each WTP and future campus water demand.

Keywords: EPAnet; distribution network; drinking water supply system (DWSS); Universitas Andalas: water usage

Citation: Komala, P. S., Nur, A., Ridwan, dan Emida, S. (2025). Simulasi Sistem Jaringan Distribusi Air Minum di Kampus Unand Menggunakan EPAnet. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 23(3), 703-711, doi:10.14710/jil.23.3.703-711

1. Pendahuluan

Air bersih merupakan kebutuhan yang tidak terbatas dan berkelanjutan yang harus terpenuhi setiap saat, tidak hanya menyangkut debit yang cukup tetapi secara kualitas juga memenuhi kebutuhan

pemakainya (Fathoni et al., 2019). Pelayanan air bersih menjadi tantangan terbesar saat ini, dimana kebutuhan akan air bersih semakin meningkat setiap tahunnya (Purnawan et al., 2022). Sistem distribusi air bersih bertujuan untuk mengalirkan/membagikan

air bersih ke seluruh daerah pelayanan dengan merata dan berjalan secara terus menerus sesuai dengan kebutuhan konsumen. Dalam pendistribusian air bersih, diperlukan data ketersediaan air (*supply*) dan data jumlah kebutuhannya (*demand*) untuk menjaga kontinuitas sistem pendistribusian (Oktafianto et al, 2019).

Jaringan distribusi sebagai salah satu komponen utama sistem penyediaan air, perlu dirancang dan ditangani secara cermat, selain karena besarnya biaya investasi yang dikeluarkan, juga agar air dapat diterima konsumen memenuhi persyaratan. Dalam disain distribusi air minum, persyaratan kuantitas dan kualitas yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan selama masa pelayanan sistem merupakan pertimbangan utama (Hossain et al., 2021). Program EPANet dapat menjadi salah satu alat bantu dalam melakukan analisis jaringan perpipaan distribusi air bersih. Simulasi EPANet juga dapat membantu dalam menganalisa dan mengidentifikasi kinerja jaringan pipa distribusi serta proses perluasan jaringan (Misenio et al., 2022)

Pada pendistribusian air nilai kecepatan dan tekanan aliran menjadi acuan dalam menentukan kualitas distribusi air (Ika et al. 2021). Permasalahan yang sering terjadi pada jaringan pipa yaitu kehilangan tekanan dan kurangnya kecepatan aliran pada jaringan distribusi air (Meicahayanti et al, 2021). Salah satu faktor penyebab perbedaan antara hasil simulasi EPANet dengan pengukuran lapangan yaitu faktor jenis pipa yang dinyatakan sebagai koefisien *Hazen-Williams*. Selain itu adanya kemungkinan kebocoran pada jaringan pipa mengakibatkan tekanan air pada saat pengukuran menjadi rendah (Safitri et al, 2021).

Penyediaan air bersih di kampus Unand saat ini dikelola oleh SPAM Universitas Andalas. SPAM Unand melayani kebutuhan air bagi gedung fakultas, fasilitas kegiatan mahasiswa, asrama, tempat ibadah, dan rumah sakit (Komala et al., 2024). Kondisi perpipaan distribusi air SPAM Unand dapat dikatakan kurang baik karena usia perpipaan yang tergolong tua, sehingga beberapa perpipaan tersebut sering mengalami kebocoran yang mengakibatkan kecepatan dan tekanan air menjadi berkurang (Zaky et al, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas sistem distribusi air bersih di Kampus Universitas Andalas secara komprehensif, mencakup analisis desain, operasional, dan pola konsumsi. Penelitian ini menggunakan simulasi berbasis perangkat lunak Epanet tidak hanya mengidentifikasi permasalahan, tetapi juga menguji dan mengusulkan solusi teknis yang lebih optimal dibandingkan pendekatan sebelumnya. Melalui penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan acuan untuk meningkatkan pelayanan penyediaan air bersih di Kampus Unand sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

2. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian yang dilakukan antara lain mengumpulkan data-data gedung, civitas akademika di setiap fakultas serta peta jaringan distribusi sebagai data-data pendukung penelitian. Pengumpulan data secara langsung dilakukan melalui pengukuran dan pengamatan langsung di lapangan serta wawancara dengan pihak-pihak terkait.

2.1. Pengumpulan Data Jumlah Civitas Akademika

Kampus Unand yang berada di Limau Manis terdiri dari 14 fakultas. Jumlah seluruh dosen, mahasiswa, dan tenaga kerja yaitu sebanyak 32.396 orang. Pada Tabel 1 disajikan jumlah civitas akademika di seluruh fakultas yang ada di Kampus Unand yang berjumlah 30.561 orang.

Selain itu juga terdapat fasilitas penunjang proses pendidikan di Universitas Andalas serta sarana kesehatan. Jumlah tenaga pendidikan dan pegawai yang ada pada masing-masing gedung yaitu 1.835 orang seperti yang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Jumlah Civitas Akademika Tiap Fakultas di Kampus Unand

Fakultas	Jumlah		Total
	Mahasiswa	Dosen	
Pertanian	2896	200	3.096
Kedokteran	2649	331	2.980
MIPA	1776	198	1.974
Hukum	2872	125	2.997
Ekonomi Bisnis	3376	231	3.607
Peternakan	1507	146	1653
Teknik	3243	191	3.434
Ilmu Budaya	1971	137	2.108
Isip	2995	128	3.123
Farmasi	900	78	978
Teknologi Pertanian	1214	84	1.298
Kesehatan Masyarakat	1225	79	1.304
Keperawatan	968	79	1.047
Teknologi Informasi	743	48	791
Pasca Sarjana	142	29	171

Sumber: Rektorat Unand, 2023

Tabel 2. Jumlah Tenaga Kependidikan di Kampus Unand

Tenaga Kependidikan Nonfakultas	Jumlah
LPPM	28
UPT Bahasa	7
UPT Perpustakaan	22
Laboratorium Dasar	7
Pasca Sarjana	19
Rektorat	435
Klinik	3
Auditorium	20
PKM	20
Asrama	1274

Sumber: Rektorat Unand, 2023

2.2. Jaringan Distribusi Air Minum SPAM Unand

Data jaringan distribusi air bersih diambil dari *Master Plan* Universitas Andalas tahun 2020-2030. Pengukuran elevasi dan panjang pipa antar node pada peta jaringan diukur melalui *speedometer*. Setelah dilakukan pemetaan dari data yang diperoleh tersebut maka didapatkan data-data titik koordinat, elevasi,

dan panjang pipa tiap node yang akan dimasukkan pada simulasi menggunakan Epanet.

2.3. Pengamatan Fluktuasi Air di Reservoir

Pengamatan dilakukan selama jam kerja (8 jam) dimulai dari pukul 08.00-16.00. Dari pengamatan tersebut ditentukan waktu jam puncak dan pemakaian air rata-rata selama 1 hari. Faktor puncak dihitung menggunakan persamaan 1 (Yustiana et al., 2021).

$$fp = \frac{Q_{\text{puncak}}}{Q_{\text{rata-rata}}} \dots\dots\dots (1)$$

Q_{puncak} merupakan debit pemakaian air tertinggi tiap jam dalam satu hari, sedangkan $Q_{\text{rata-rata}}$ merupakan besarnya pemakaian air dalam satu hari.

2.4. Perhitungan Pemakaian Air setiap Node dan Pemakaian Air per Orang

Perhitungan pemakaian air setiap node dilakukan berdasarkan debit pemakaian air di reservoir selama 1 hari. Setelah diperoleh jumlah pemakaian air dalam satu hari, kemudian ditentukan debit pemakaian air tiap orang per hari menggunakan Persamaan 2 (Yustiana et al., 2021).

$$Q = q \times \text{jumlah pemakai} \dots\dots\dots (2)$$

Q merupakan pemakaian air rata-rata dalam satu hari, sedangkan q merupakan standar pemakaian air tiap orang dalam satu hari. Selanjutnya debit per node dihitung dengan mengalikan debit pemakaian per orang per hari dengan jumlah sivitas akademika yang dilayani di setiap node tersebut menggunakan persamaan (2). Pengamatan dilakukan terhadap kebutuhan air di setiap node berdasarkan debit pemakain air di reservoir selama 1 hari yang dialirkan ke setiap gedung fakultas yang ada di Kampus Unand. Pemakaian air di rumah sakit yang diperoleh melalui hasil wawancara adalah sebesar 100 m³/hari atau 1,16 L/detik.

2.5. Simulasi Menggunakan Aplikasi EPANet

Simulasi ini bertujuan untuk mendapatkan profil kecepatan dan tekanan yang terjadi pada jaringan distribusi utama air bersih di Kampus Unand. Data yang dimasukkan untuk simulasi ini adalah data elevasi, kecepatan aliran pipa, diameter pipa, dan panjang pipa. Selanjutnya hasil yang diperoleh dibandingkan dengan peraturan yang berlaku yaitu Permen PU No.18/PRT/2007 tentang penyelenggaraan pembangunan sistem penyediaan air minum. Simulasi dilakukan kembali terhadap jaringan distribusi jika terdapat kecepatan dan tekanan yang tidak memenuhi kriteria (Oktafianto & Wibawa, 2019).

Running analysis simulasi hidrolis dari model jaringan distribusi eksisting menghasilkan beberapa nilai *output* seperti nilai *output* pada pipa yaitu debit (*flow*), kecepatan aliran (*velocity*), dan kehilangan

tekanan (*headloss*). Sedangkan pada nilai output node didapatkan nilai berupa tekanan (*pressure*) dan tinggi hidrolis (*head*) pada jaringan distribusi eksisting zona pelayanan (Wibowo & Slamet, 2024).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Gambaran Umum SPAM Unand

SPAM Unand merupakan unit pengelola air bersih yang ada di Kampus Unand. SPAM Unand melayani kebutuhan air minum untuk seluruh wilayah Universitas Andalas sejak 1984. Air baku yang digunakan berasal dari *Intake* Ladang Kabau, *Intake* Pertanian, dan *Intake* Limau Manis. Unit pengolahan di SPAM Unand terdiri dari Paket IPA 40 L/detik, saringan pasir cepat kapasitas 40 L/detik dan 1 unit saringan pasir lambat kapasitas 10 L/detik (Zaky et al., 2021).

Jaringan distribusi utama air minum di Kampus Unand dibagi menjadi 3 arah aliran dari reservoir yaitu menuju asrama, rumah sakit, dan gedung-gedung perkuliahan. Pendistribusian air dari reservoir ke setiap gedung di Kampus Unand dilakukan secara gravitasi. Pada saat terjadi kekeruhan tinggi tidak ada Tindakan pencucian air di pipa distribusi. Selain itu kebocoran yang beberapa kali terjadi, akibat umur pipa distribusi yang sudah tua yaitu sejak berdirinya SPAM Unand pada tahun 1984, sehingga banyak pipa sudah mengalami korosif. Beberapa permasalahan yang berdampak pada biaya operasional yang meningkat dan dapat merugikan efisiensi serta kualitas layanan air adalah usia pipa yang sudah melebihi batas masa pakai dan kurangnya pemeliharaan dan pengawasan terhadap jaringan pipa (Safira & Masduqi, 2024).

Pada Gambar 1 dapat dilihat peta distribusi air minum eksisting di Kampus Unand. Jaringan air minum di Kampus Unand melayani Rumah Sakit Unand, Asrama Unand, dan gedung-gedung perkuliahan yang ada di Kampus Unand. Penentuan node/titik-titik pengambilan air di setiap gedung ditentukan berdasarkan persimpangan dari aliran pipa distribusi utama air minum. Pada Gambar 2 diperlihatkan node A sampai W yang merupakan titik pengambilan air di setiap Gedung. Node A merupakan reservoir yang terletak pada elevasi paling tinggi yang mengalirkan air baku secara gravitasi ke daerah pelayanan.

3.2. Fluktuasi Air Selama Jam Kerja (8 jam) di Reservoir

Pada Gambar 3 ditampilkan data fluktuasi air yang diukur selama jam kerja (8 jam) dimulai dari pukul 08.00-16.00. Debit puncak terjadi pada pukul 12.00-13.00 yaitu sebesar 105 m³/jam dengan multiplier sebesar 1,317. Berdasarkan data pengukuran yang dilakukan, didapatkan pemakaian air di jam puncak selama 8 jam yaitu sebesar 105 m³/jam yaitu pada pukul 12.00-13.00.

$$Q_{\text{puncak}} = 105 \text{ m}^3/\text{jam} = 105.000 \text{ L}/\text{jam}$$
$$Q_{\text{rata-rata}} = 1.000 \text{ m}^3/\text{hari} = 41.667 \text{ L}/\text{jam}$$

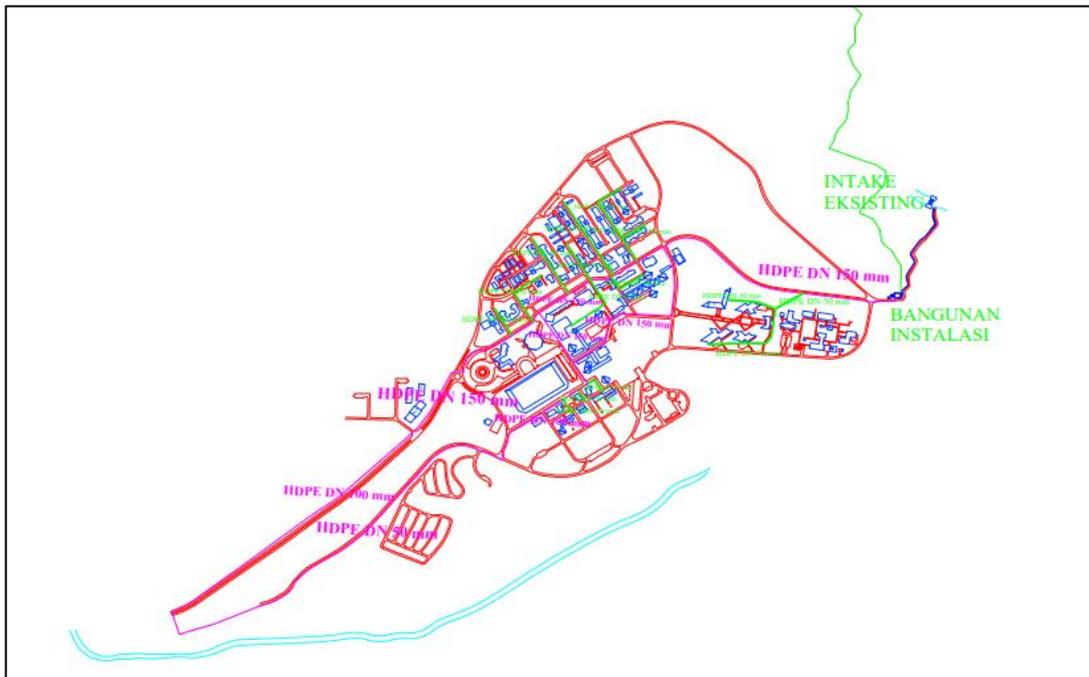
Faktor puncak diperoleh dengan perbandingan debit air pada jam puncak dan debit rata-rata (Persamaan 1).

$$fp = \frac{Q_{\text{puncak}}}{Q_{\text{rata-rata}}} = \frac{105.000 \text{ L/jam}}{41.667 \text{ L/jam}} = 2,52$$

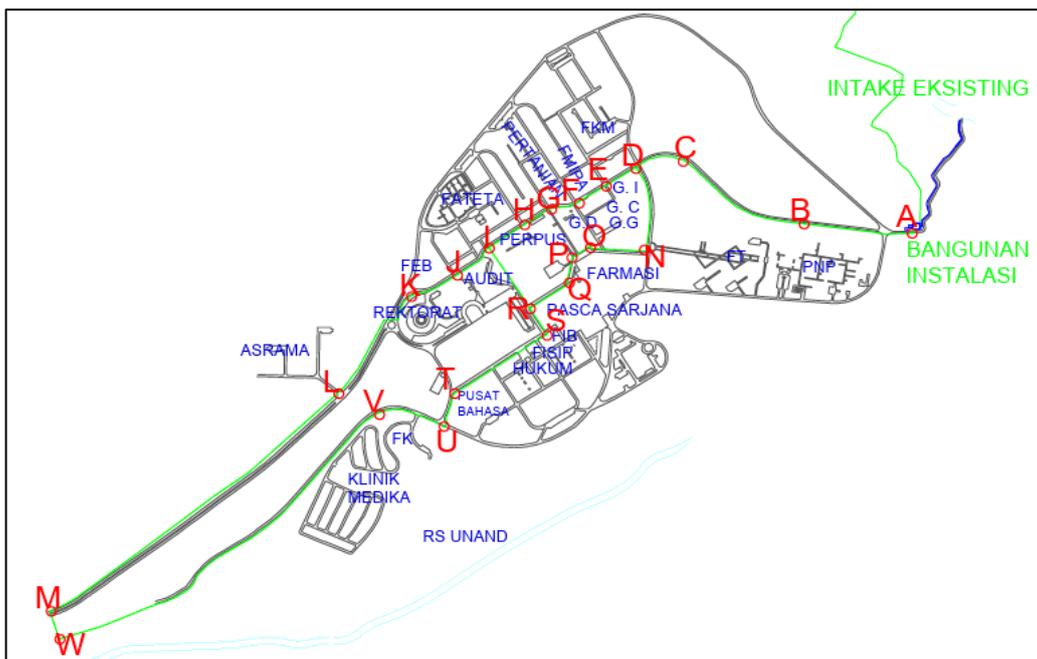
Faktor jam puncak 2,52, lebih tinggi dibandingkan dengan standar yang ditetapkan oleh Direktorat

Jendral Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum, yaitu 1,5.

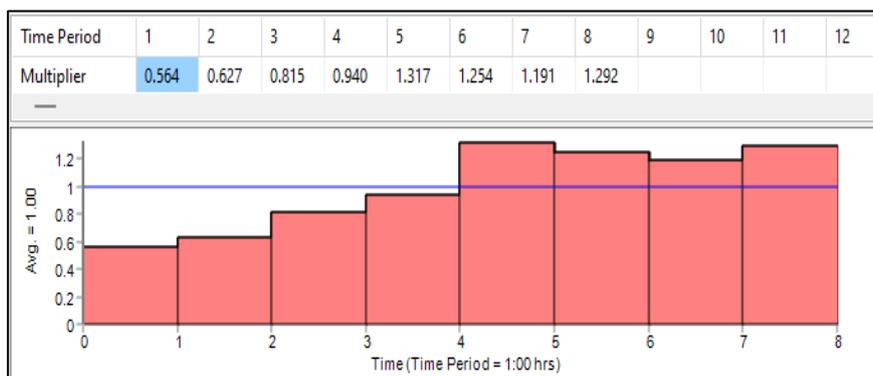
Salah satu faktor yang menyebabkan tingginya faktor jam puncak pada jaringan pipa air bersih di Kampus Unand ini diperkirakan akibat kebocoran pipa yang sering terjadi. Menurut laporan petugas SPAM, perpipaan Kampus Unand sejak tahun 1984 belum pernah dilakukan pergantian. Usia pipa yang sudah tua dapat menyebabkan terjadinya korosif, sehingga dapat menjadi sumber kebocoran (Koengo et al., 2022).



Gambar 1. Jaringan Pipa Distribusi Air Minum Eksisting SPAM Unand



Gambar 2. Perletakan Node



Gambar 3. Keluaran Air dari Reservoir SPAM Unand

Tabel 3. Pemakaian Air Bersih di Kampus Unand

Node	Gedung	Jumlah Mahasiswa	Q (L/org/Hari)	Q	
				(L/hari)	(L/detik)
A					
B	Teknik, LPPM	3462	31	110.322	1,24
C					
D					
E	FMIPA, FKM, Dekanat FKM, Laboratorium Dasar	3097	31	96.007	1,11
F	Dekanat FMIPA, Pascasarjana Pertanian	307	31	9.517	0,11
G	Pertanian, FTP	4285	31	132.835	1,54
H	Perpustakaan	13	31	403	0,005
I	Peternakan	1653	31	51.243	0,59
J	Auditorium, Rektorat	455	31	14.105	0,16
K	FEB	3607	31	111.817	1,29
L	Asrama, PKM	1293	31	40.083	0,46
M					
N					
O	Farmasi	978	31	30.318	0,35
P			31		
Q	Pascasarjana, FTI	981	31	30.411	0,35
R					
S	FISIP, FIB	5231	31	162.161	1,88
T	Pusat Bahasa, FH	3024	31	93.124	1,08
U	FKEP	1047	31	32.457	0,38
V	FK, Klinik	2983	31	92.473	1,07
W	RS UNAND			100.000	1,16

Sumber: Data Pengukuran, 2023

3.3. Penentuan Debit Air Setiap Node

Debit pemakaian air rata-rata di Kampus Unand adalah sebesar 1000 m³/hari. Maka, pemakaian air tiap orang dikampus Unand adalah sebesar:

$$\begin{aligned}
 q &= Q_{\text{rata-rata}} / \text{jumlah pemakai} \\
 &= \frac{1000 \text{ m}^3/\text{hari}}{32.396 \text{ orang}} \\
 &= 0,031 \text{ m}^3/\text{orang/hari} \\
 &= 31 \text{ L/orang/hari}
 \end{aligned}$$

Debit pemakaian air tersebut digunakan untuk menentukan besarnya debit pemakaian air per node berdasarkan jumlah pengguna. Pada Tabel 3 ditampilkan data pemakaian air bersih di setiap gedung di Kampus Unand. Kebutuhan air terbanyak terjadi pada node S yang terletak di sekitar Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik serta Fakultas Ilmu Budaya yaitu sebesar 1,88 L/detik.

Beberapa node bukan merupakan titik pengambilan air seperti node A, C, D, M, N, P, dan R. Node W merupakan titik pengambilan air rumah sakit Unand, RS tipe B kapasitas 202 tempat tidur, dengan pemakaian air perhari sebesar 100 m³ atau 1,16

L/detik. Maka besarnya kebutuhan air total di Kampus Unand adalah:

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{total}} &= Q_{\text{universitas}} + Q_{\text{rumahsakit}} \\
 Q_{\text{total}} &= 11,62 \text{ L/detik} + 1,16 \text{ L/detik} \\
 Q_{\text{total}} &= 12,78 \text{ L/detik}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan air total di Kampus Unand adalah sebesar 11,62 L/detik, sedangkan untuk rumah sakit pemakaian air perhari adalah 100 m³/hari. Hasil perhitungan menunjukkan debit pemakaian air di setiap titik pengambilan air total adalah sebesar 12,78 L/detik. Jika dihitung berdasarkan SNI 03-7065 (2005) kebutuhan air minimum perorang adalah sebesar 80 L/orang/hari, sehingga didapatkan besarnya pemakaian air total yaitu sebesar 31,11 L/detik. Hasil ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan hasil pengamatan fluktuasi pemakaian air di reservoir yaitu sebesar 12,78 L/detik. Hal ini secara tidak langsung mengindikasikan bahwa kapasitas IPA SPAM Unand masih belum mencukupi kebutuhan air di Kampus Unand, akibatnya masih terdapat beberapa gedung perkuliahan yang belum mendapatkan suplai air bersih yang mencukupi.

3.4. Simulasi EPAnet

Data panjang diameter dan jenis pipa distribusi air di Kampus Unand yang diinput ke dalam program EPAnet dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Jaringan Distribusi Air Bersih di Kampus Unand

Node	Elevasi (m)	L (m)	D (m)	Jenis Pipa	C
A	329	408	150	GIP	120
B	297	188	150	GIP	120
C	280	154	150	GIP	120
D	271	95	150	GIP	120
E	267	87	150	GIP	120
F	265	65	150	GIP	120
G	260	74	150	GIP	120
H	259	118	150	GIP	120
I	253	90	150	GIP	120
J	248	130	150	GIP	120
K	233	300	150	GIP	120
L	216	300	100	GIP	120
M	204	95	50	GIP	120
N	276	225	150	HDPE	140
O	264	129	150	HDPE	140
P	261	46	150	HDPE	140
Q	256	51	150	HDPE	140
R	251	134	150	HDPE	140
S	250	64	150	HDPE	140
T	236	261	100	HDPE	140
U	230	77	100	HDPE	140
V	218	195	50	HDPE	140
W	207	150	50	HDPE	140

Sumber: Data Pengukuran, 2023

Keterangan = L: Panjang Pipa; D: Diameter Pipa

Simulasi yang dilakukan pada program EPAnet dibagi atas dua variasi, yaitu simulasi EPAnet antara elevasi dan kecepatan aliran pada jaringan pipa distribusi dan simulasi antara tekanan dengan panjang pipa pada jaringan pipa distribusi.

Pada Tabel 5 ditampilkan hasil simulasi perpipaan jaringan distribusi utama air minum di Kampus Unand. Hasil simulasi yang disajikan berupa panjang pipa, diameter pipa, kekasaran pipa, aliran, kecepatan air, dan *headloss*. Kecepatan aliran berkisar antara 0,03-0,42 m/s. Berdasarkan Peraturan Menteri PUPR No. 18/PRT/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, kriteria kecepatan aliran dalam pipa yang diizinkan adalah kisaran 0,3-2,5 m/s pada jam puncak. Kecepatan air jaringan pipa distribusi di Kampus Unand umumnya masih belum memenuhi kriteria yang berlaku.

Hasil simulasi EPAnet setiap *junction* pada jaringan pipa distribusi utama air bersih di Kampus Unand, berupa data elevasi, *base demand*, *demand*, *head*, dan *pressure* ditunjukkan pada Tabel 6. Tekanan minimum terjadi di *junction* B yang merupakan titik awal air keluar dari reservoir yaitu sebesar 31,93 m., sedangkan tekanan maksimum 124,43 m terjadi pada *junction* M, titik akhir node jaringan distribusi utama air bersih yang terletak pada elevasi terendah. Berdasarkan Peraturan Menteri PUPR No. 18/PRT/2007 menjelaskan bahwa kriteria untuk tekanan minimum dalam pipa yaitu kisaran 5-10 m dan untuk tekanan maksimum yaitu kisaran 60-80 m (Kementrian Pekerjaan Umum, 2007).

Tabel 5. Simulasi EPAnet Jaringan Distribusi

Pipa	L (m)	D (m)	C	Flow (LPS)	v (m/s)	H (m/km)
A	408	250	120	8,17	0,17	0,18
B	188	200	120	7,38	0,23	0,43
C	154	150	120	7,38	0,42	1,75
D	95	150	120	3,66	0,21	0,48
E	87	150	120	2,96	0,17	0,32
F	65	150	120	2,89	0,16	0,31
G	74	150	120	1,91	0,11	0,14
H	118	150	120	1,88	0,11	0,14
I	90	150	120	1,5	0,09	0,09
J	130	150	120	1,4	0,08	0,08
K	300	150	120	0,58	0,03	0,02
L	300	100	120	0,29	0,04	0,03
M	204	50	120	-0,29	0,15	0,93
N	225	150	150	2,95	0,17	0,21
O	129	150	150	2,95	0,17	0,21
P	46	150	140	2,73	0,15	0,21
Q	51	150	140	2,73	0,15	0,21
R	134	150	140	2,5	0,14	0,18
S	64	150	140	2,5	0,14	0,18
T	261	100	150	1,31	0,17	0,34
U	77	100	150	0,63	0,08	0,09
V	195	50	150	0,39	0,2	1,06
W	150	50	150	-0,29	0,15	0,59

Sumber: Data Pengukuran, 2023

Keterangan: D = diameter; L= panjang; v = kecepatan; H = *headloss*

Tabel 6. Tekanan Hasil Simulasi EPAnet

Node	Elevation (m)	Base Demand (L/detik)	Demand (L/detik)	Head (m)	Pressure (m)
A	408		-8,17	329	0
B	297	3,21	0,79	328,93	31,93
C	280	0	0	328,85	48,85
D	271	1,24	0,77	328,58	57,58
E	267	2,86	0,7	328,53	61,53
F	265	0,28	0,07	328,51	63,51
G	260	3,97	0,97	328,49	68,49
H	259	0,01	0,03	328,48	69,48
I	253	1,53	0,38	328,46	75,46
J	248	0,4	0,1	328,45	80,45
K	233	3,34	0,82	328,44	95,44
L	216	1,77	0,29	328,44	112,44
M	204	0	0	328,43	124,43
N	276	0	0	328,53	52,53
O	264	0,91	0,22	328,5	64,5
P	261	0	0	328,49	67,49
Q	256	0,91	0,22	328,48	72,48
R	251	0	0	328,46	77,46
S	250	4,84	1,19	328,45	78,45
T	236	2,78	0,68	328,36	92,36
U	230	0,97	0,24	328,35	98,35
V	218	2,76	0,68	328,15	110,15
W	207	1,17	0,01	328,24	121,24

Sumber: Data Pengukuran, 2023

Hasil simulasi EPAnet pada jaringan distribusi kecepatan berada pada kisaran 0,06-2,00 m/detik dan tekanan pada kisaran 25-124 m (Tabel 5 dan Tabel 6), sebagian pipa masih belum memenuhi kriteria tersebut. Kecepatan aliran dalam pipa yang rendah terdapat di titik K dan L yaitu sebesar 0,03 m/s dan 0,04 m/s, disebabkan karena diameter pipa yang digunakan terlalu besar dan tidak sesuai dengan kapasitas aliran air di pipa tersebut. Hal ini juga disampaikan pada penelitian yang dilakukan oleh Monang dan Halawa (2024), menyatakan bahwa semakin kecil ukuran pipa maka kecepatan aliran air

dalam pipa akan semakin tinggi (Monang & Halawa, 2024).

Tekanan yang dihasilkan di pipa M relatif tinggi sebesar 124,43 meter, akibat dari beda elevasi yang tinggi dan penggunaan diameter pipa yang terlalu besar, sehingga kehilangan tekanan rendah yang menjadikan tekanan di lokasi tersebut meningkat. Tekanan yang tinggi dapat menimbulkan kebocoran, terlebih jika usia pipa sudah lama memicu terjadinya kehilangan air di titik tersebut (Koengo et al., 2022). Hal ini diperkuat dengan seringnya terjadi kebocoran di beberapa titik jaringan distribusi di Kampus Unand.

Hasil simulasi antara elevasi dengan parameter kecepatan aliran dan tekanan dapat dilihat pada Gambar 3a dan 3b. Elevasi setiap node umumnya berada pada ketinggian >100 mdpl. Hasil simulasi memperlihatkan kecepatan yang dihasilkan masih cenderung rendah, sedangkan tekanan cukup tinggi. Ukuran diameter yang relatif terlalu besar terhadap kapasitas air yang dialirkan, mengakibatkan kehilangan tekanan rendah (Anonim, 2024). Sementara pada elevasi pipa yang cukup tinggi menghasilkan sisa tekan yang tinggi juga.

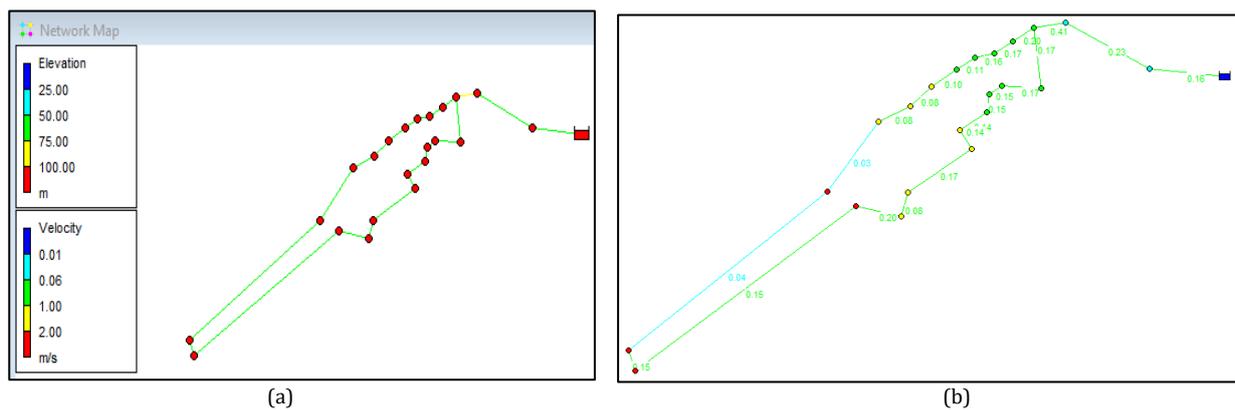
3.5. Simulasi Pemasangan PRV dan Pergantian Diameter Pipa

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menurunkan tekanan pada pipa yaitu dengan melakukan pemasangan PRV (*Pressure Reducing Valve*). PRV digunakan untuk menanggulangi tekanan di hilir katup yang terlalu besar dari nilai yang ditetapkan pada suatu titik tertentu dalam jaringan pipa agar tidak merusak sistem jaringan distribusi yang ada. PRV dapat dipasang pada pipa bertekanan tinggi atau pada lokasi dengan perbedaan elevasi yang besar (Monsef et al., 2018). Pada Gambar 4 PRV

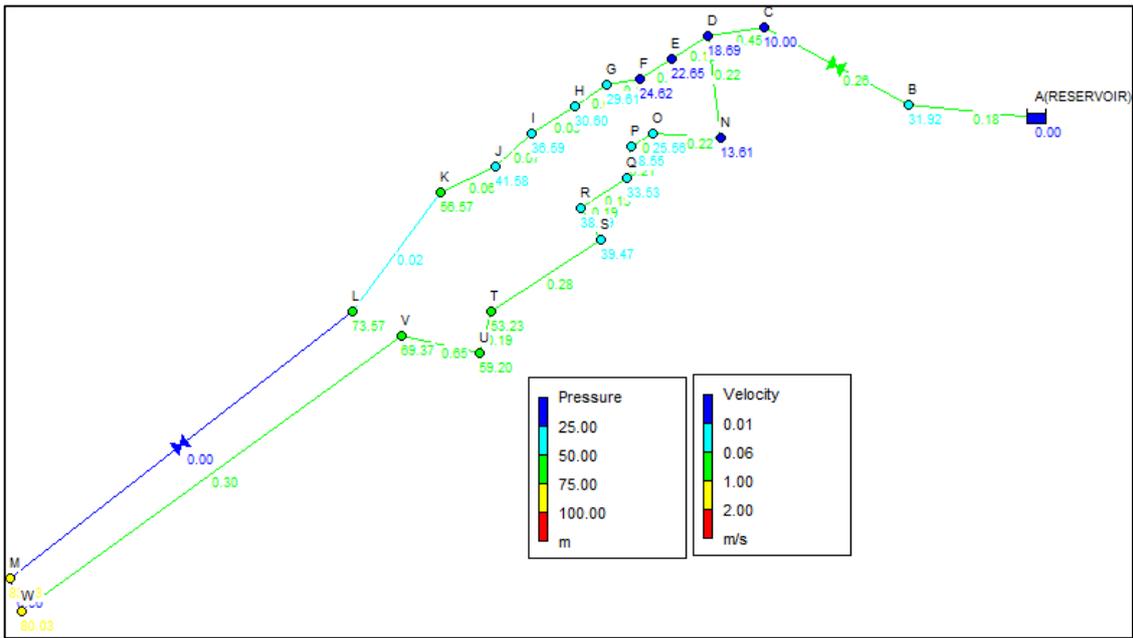
diletakkan pada pipa B dan pipa L. PRV yang dipasang pada pipa tersebut direncanakan untuk menurunkan tekanan 10 m.

Setelah dilakukan pemasangan PRV pada pipa B dan pipa L menurunkan tekanan yang semula 124,43 m menjadi 83,03 m serta di beberapa aliran pipa lainnya. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Adetya et al (2023), pemasangan PRV dapat menurunkan tekanan dari 1,9 atm – 10,7 atm menjadi 1,2 atm – 6,9 atm. Namun pemasangan tersebut menyebabkan kecepatan aliran pipa juga mengalami penurunan yaitu berkisar 0,00-1 m/s. Pemasangan PRV ini masih belum efektif, karena kecepatan menjadi lebih kecil bahkan mendekati 0. Sebagai upaya berikutnya dilakukan penggantian pipa. Perubahan ukuran diameter pipa dilakukan pada Pipa K dan Pipa T dengan ukuran yang lebih kecil yaitu 100 mm dan 50 mm. Penelitian Aufa et al (2019) mengungkapkan bahwa rasio diameter pipa berpengaruh terhadap perubahan tekanan, dimana semakin besar rasio diameter maka tekanan menjadi besar. Gambar 5 ditampilkan hasil simulasi setelah dilakukan penggantian ukuran diameter pipa pada Pipa K dan Pipa T yang lebih kecil.

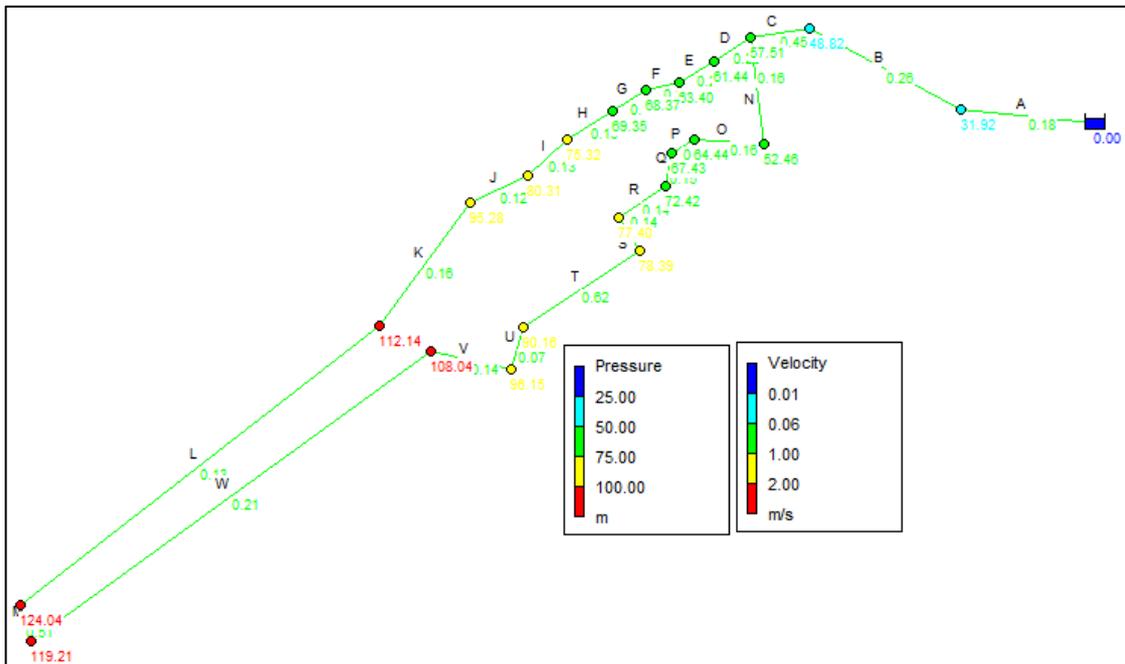
Hasil simulasi menunjukkan adanya penurunan tekanan maksimum dari 124,43 m menjadi 124,04 m dan di beberapa aliran pipa lainnya. Kecepatan yang dihasilkan setelah dilakukan penggantian pipa yaitu berkisar 0,06-1 m/s. Penggantian diameter pipa memperlihatkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan pemasangan PRV. Pada kasus ini dapat dilakukan penggantian ukuran diameter pipa yang lebih kecil di beberapa titik agar air yang diterima di konsumen dapat dialirkan secara maksimal. Sebaliknya, pemasangan PRV menyebabkan kecepatan pada pipa menjadi lebih kecil.



Gambar 3. Simulasi EPANet dengan Titik Elevasi Kecepatan Aliran (a), Tekanan Dan Kecepatan Aliran (b)



Gambar 4. Simulasi Jaringan Distribusi setelah Pemasangan PRV



Gambar 5. Simulasi Jaringan Distribusi setelah Penggantian Diameter Pipa (b)

Meskipun demikian, penggantian diameter pipa yang lebih kecil masih menyisakan permasalahan tekanan yang masih berlebih dan pengurangannya tidak signifikan. Untuk pemecahannya perlu kajian ulang simulasi lebih dalam dengan mempertimbangkan kemungkinan penambahan debit aliran pada masa yang akan datang. Penambahan debit aliran dapat meningkatkan kehilangan tekanan, sehingga tekanan pada pipa menjadi berkurang (Zulhadi et al., 2020). Selain itu juga direkomendasikan untuk melakukan pengecekan debit air yang keluar pada masing-masing IPA, sehingga total debit yang keluar dari reservoir ke jaringan distribusi dapat dihitung lebih tepat.

4. KESIMPULAN

Hasil simulasi jaringan perpipaan distribusi SPAM Unand menggunakan aplikasi EPANet menunjukkan bahwa kecepatan aliran sangat rendah sedangkan tekanan yang diperoleh relatif tinggi. Hal ini dapat disebabkan oleh penggunaan diameter pipa terlalu besar untuk kapasitas aliran yang kecil pada pipa dan kawasan memiliki beda elevasi yang tinggi. Rendahnya kecepatan aliran pipa pada jaringan distribusi air bersih di Kampus Unand dapat ditingkatkan dengan mengganti diameter pipa distribusi utama di beberapa lokasi. Hasil simulasi dengan pemasangan PRV dan penggantian pipa masih belum mendapatkan hasil yang optimal. Perlu kajian lebih lanjut dengan memperhitungkan debit aliran

yang lebih tinggi dengan adanya pengembangan di Universitas di masa yang akan datang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Andalas melalui Skema Riset Penugasan Green Campus dengan No. T/5/UN.16.19/PT.01.03/IS-RPGC/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Adetya, A., Dewi, N. T., & Komala, P. S. R. I. (2023). Simulasi Pemasangan Pressure Reducing Valve (Prv) Pada Jaringan Distribusi (Studi Kasus: Wilayah Utara Sumber Ipa Palukahan Pdam Kota Padang). 11(2), 173-183.
- Anonim. Laju Aliran dan Tekanan: Fitur, Hubungan & Aplikasi. Supmea. 19 Agustus 2024. <https://id.supmeaauto.com/training/flow-rate-and-pressure>
- Aufa, A., Rubiono, G., & Mujiyanto, H. (2019). Pengaruh Rasio Diameter Pipa Terhadap Perubahan Tekanan Pada Bernoulli Theorem Apparatus Jurnal Prodi Teknik Mesin Universitas Pgri Banyuwangi Jurnal Prodi Teknik Mesin Universitas Pgri Banyuwangi. Jurnal Prodi Teknik Mesin Universitas PGRI Banyuwangi, 1, 7-11.
- Fathoni, A., Negara, J., & Hartana², D. (2019). Perencanaan Jaringan Perpipaan Air Bersih Untuk Pemenuhan Kebutuhan Air di Lingkungan Nyangget (Montong Sari), Desa Gerung Utara, Lombok Barat. 1-21.
- Hossain, B., Roy, N. C., Biswas, P. C., Azad, N., & Yusuf, E. (2021). Analysis and Design of Water Distribution Network Using EPANET: A Case Study of HSTU Campus of Dinajpur, Bangladesh. 9(2), 36-47. <https://doi.org/10.11648/j.hyd.20210902.12>
- Kementrian Pekerjaan Umum. (2007). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 18 Tahun 2007 Tentang Penyelenggaraan pengembangan sistem penyediaan air minum.
- Koengo, M., Thalib, T., & Bagou, U. (2022). Faktor-Faktor Penghambat Pendistribusian Air Bersih Oleh Petugas Pdam Di Desa Dolong B Kabupaten Tojo Una-Una. *Jurnal Administrasi Manajemen Dan Ilmu Sosial (JAEIS)*, 1(1), 16-23.
- Komala, P. S., Nur, A., Ridwan, & Fitria, I. R. (2024). Dampak Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA) Universitas Andalas. *Jurnal Dampak*, Vol 21 No. 2, 7-17.
- Meicahayanti, I., Muryono, S. M., & Setiawan, Y. (2021). Evaluasi Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih Pada District Meter Jurnal " Teknologi Lingkungan " , Jurnal " Teknologi Lingkungan " ,. 37-45.
- Misenio, G. B., Samadikum, B. P., & Sarminingsih, A. (2022). Jurnal Presipitasi Analysis and Evaluation of West Semarang Distribution Pipe Network System Municipal Waterworks in Semarang City. 19(1), 199-207.
- Monang, B. S., & Halawa, A. (2024). Penyebaran Kecepatan Air Pada Diameter Pipa Dn 250 , Dn 200 Dan Dn 150. 21(01), 113-117.
- Monsef, H., Naghashzadegan, M., Farmani, R., & Jamali, A. (2018). Pressure management in water distribution systems in order to reduce energy consumption and background leakage. *Journal of Water Supply: Research and Technology - AQUA*, 67(4), 397-403. <https://doi.org/10.2166/aqua.2018.002>
- Oktafianto, N., & Wibawa, M. B. (2019). Sistem Informasi Geografis (Sig) Distribusi Air Bersih Pdam Tirta Daroy Banda Aceh Menggunakan Arcgis 10.3 Serta Evaluasi Sistem Jaringan Distribusi Menggunakan Epanet 2.0. *Journal of Informatics and Computer Science*, 4(1), 43. <https://doi.org/10.33143/jics.vol4.iss1.496>
- Purnawan, Suseno, H. P., & Charlie, D. (2022). Studi Evaluasi Sistem Penyediaan Air Bersih Di Kampus I Institut Sains & Teknologi Akprind Yogyakarta Vol . 14 No . 2 Maret 2022 ISSN : 1979-8415. 14(2), 147-155.
- Safira, A. N. N., & Masduqi, A. (2024). VISA : Journal of Visions and Ideas VISA : Journal of Visions and Ideas. 4(1), 130-149.
- Safitri, A., Wahyudi, S. I., & Soedarsono. (2021). Simulasi Jaringan Pipa Distribusi untuk Mengoptimalkan Sistem Penyediaan Air Minum Cirebon Raya, Jawa Barat, Indonesia. 10(9), 6.
- SNI 03-7065. (2005). Tata cara perencanaan sistem plambing. Badan Standar Nasional, SNI 03-7065-2005, 23.
- Wibowo, A. K., & Slamet, A. (2024). Pengendalian Non-Revenue Water Menggunakan Manajemen Tekanan pada Zona Pelayanan Pompa Junok di Perumda Air Minum Sumber Sejahtera Kabupaten Bangkalan. 12(1), 182-190.
- Yustiana, F., Nurfa, W., & Maulana, A. (2021). Perbandingan Metode Perhitungan Faktor Jam Puncak PDAM Tirta Rangga di Kecamatan Pabuaran - Kabupaten Subang. 07(03), 213-223.
- Zaky, M. R., Alfandra, M. F., & Komala, P. S. (2021). Analisis Hidrolis Perpipaan Unit Pengolahan IPA SPAM Universitas Andalas. ID ARTIKEL(November), 29-30.