

## Studi Karakteristik Aliran di Jaringan Perpipaan Menggunakan Perangkat Lunak Epanet 2.0 (Studi Kasus di Laboratorium Teknik Mesin)

Kurniawan Rifai<sup>1</sup>, Matheus M. Dwinanto<sup>1</sup>, Wenseslaus Bunganaen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana

Jl. Adi Sucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp: (0380)881597

E-mail: jrwanan665@gmail.com

### ABSTRAK

Air merupakan kebutuhan dasar manusia baik untuk keperluan hidup sehari-hari mulai dari kebutuhan untuk minum, masak, dan keperluan sanitasi. Untuk itu diperlukan perencanaan dan analisis jaringan perpipaan di sebuah gedung dengan baik itu menggunakan sistem gravitasi maupun dengan sistem pemompaan. Laboratorium teknik mesin merupakan salah satu gedung di lingkungan Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana yang telah memiliki jaringan perpipaan untuk distribusi air bersih menuju ke kamar mandi. Namun, sampai dengan saat ini penyediaan air bersih ini belum memanfaatkan reservoir dengan menara yang telah ada didekat laboratorium tersebut. Sehingga, dibutuhkan perangkat lunak (*software*) yang dapat membantu, untuk menentukan karakteristik aliran di jaringan perpipaan tersebut. Metode simulasi jaringan perpipaan menggunakan EPANET 2.0. Aliran air dalam jaringan perpipaan yang dianalisis yaitu reservoir menuju ke kamar mandi. Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis *head* dan tekanan di jaringan perpipaan yang akan terpasang di Laboratorium Teknik Mesin menggunakan perangkat lunak EPANET 2.0 dan menganalisis kerugian-kerugian di jaringan perpipaan tersebut berdasarkan perangkat lunak EPANET 2.0. Reservoir diasumsikan sebagai sumber air dengan permukaan airnya dipertahankan konstan untuk menjaga kestabilan distribusi air bersih, dan periode analisis dilakukan selama 8 jam (*extended periode*) dengan kondisi aliran air di setiap pipa dalam kondisi terbuka.

### ABSTRACT

*Water is a basic human need both for the needs of daily life, starting from the need for drinking, cooking, and sanitation purposes. For this reason, it is necessary to plan and analyze the piping network in a building using either a gravity system or a pumping system. The mechanical engineering laboratory is one of the buildings within the Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Science and Engineering, Nusa Cendana University which already has a piping network for distribution of clean water to the bathroom. However, until now this clean water supply has not utilized the reservoir with the existing tower near the laboratory. So, it takes software that can help, to determine the flow characteristics in the pipeline network. The piping network simulation method uses EPANET 2.0. The flow of water in the analyzed piping network is the reservoir to the bathroom. This research was conducted by analyzing the head and pressure in the piping network that will be installed in the Mechanical Engineering Laboratory using EPANET 2.0 software and analyzing losses in the pipeline network based on EPANET 2.0 software. The stability of the distribution of clean water, and the analysis period was carried out for 8 hours (extended period) with the condition of the water flow in each pipe in an open condition.*

*Keywords: water distribution, network, EPANET 2.0 software*

### PENDAHULUAN

Air adalah sumber kehidupan, dan merupakan kebutuhan dasar manusia baik untuk keperluan hidup sehari-hari mulai dari kebutuhan untuk minum dan masak, keperluan sanitasi, dan untuk keperluan yang menunjang pekerjaan. Kebutuhan air bersih

untuk gedung telah menjadi syarat mutlak di era modern saat ini sehingga setiap gedung yang mau dibangun atau yang telah dibangun harus memiliki sistem jaringan perpipaan untuk distribusi air bersih [1].

Sistem gravitasi adalah sistem pengaliran air dari sumber ke lokasi yang dituju dengan memanfaatkan energi potensial gravitasi yang

dimiliki oleh air akibat perbedaan ketinggian sumber air dengan lokasi yang dituju [2].

Kegunaan reservoir adalah sebagai tampungan untuk memenuhi kebutuhan air konsumen yang naik turun dan sebagai pemantap tekanan dalam sistem distribusi. Reservoir menentukan penetapan kapasitas berdasarkan persamaan tampungan yaitu aliran keluar reservoir (produksi) sama dengan aliran masuk ditambah atau dikurangi dengan perubahan tampungan. Atau dengan kata lain aliran keluar harus sama dengan aliran masuk dikurangi buangan – buangan serta kehilangan – kehilangan yang terjadi. Yang juga harus diperhatikan adalah letak reservoir ini harus sedekat mungkin ke pusat pemakaian. Permukaan air reservoir harus cukup tinggi dan bertekanan cukup sehingga aliran air bisa sampai ke sistem yang dilayani. Reservoir di tempat yang tinggi, sangat baik digunakan untuk memantapkan tekanan [1].

Banyak literatur berupa jurnal atau buku tentang jaringan perpipaan yang dapat digunakan untuk menghitung debit aliran, kecepatan air, dan rugi-rugi *head* tetapi proses perhitungan secara manual terasa sangat melelahkan. Oleh karena itu, dibutuhkan perangkat lunak (*software*) yang dapat membantu dengan cepat untuk menentukan karakteristik aliran di jaringan perpipaan tersebut. EPANET 2.0 adalah salah satu program komputer yang dapat menggambarkan simulasi hidrolis air yang mengalir di dalam jaringan pipa. EPANET 2.0 menajaki aliran air di tiap pipa, dan kondisi tekanan air di tiap titik selama dalam periode pengaliran [3].

PANET 2.0 (*Environmental Protection Agency Network*) adalah sebuah program komputer yang digunakan untuk pemodelan dan simualsi hidrolis dan perilaku kualitas air di dalam suatu jaringan pipa distribusi air minum (pipa bertekanan). Suatu jaringan distribusi air minum terdiri dari pipa-pipa, percabangan pipa (node), pompa, tangki air atau reservoir, dan katup-katup. EPANET 2.0 menajaki aliran air di tiap pipa, kondisi tekanan air di tiap titik dan kondisi konsentrasi bahan kimia yang mengalir di dalam pipa selama dalam periode pengaliran. Sebagai

tambahan, usia air (*water age*) dan pelacakan sumber dapat juga disimulasikan.

## METODE PENELITIAN

### Persiapan membuat proyek EPANET 2.0

*Mengatur ruang kerja EPANET 2.0 (Pengaturan Proyek)*

Sebelum kita mulai menggambar jaringan di ruang kerja Epanet, maka langkah pertama yang harus dilakukan adalah setting/ mengatur ruang kerja EPANET 2.0 dengan cara :

*File >> New*  
*Project >> Defaults*  
*ID labels*  
*Properties*

*Hydraulics*: Tentukan pilihan yang akan digunakan, terutama untuk :

- Flow units LPS
- *Headloss Formula* : Rumus *Headloss* yang akan diterapkan di jaringan. Sebagai petunjuk rumus yang akan dipakai adalah dilihat dari harga *C* (kekasaran pipa) yang digunakan, pilih :  
H – W : Jika harga *C* berada pada kisaran angka ratusan (misalnya 120, 130, dst) untuk saluran bertekanan.  
D – W : Jika harga *C* berada pada kisaran angka 0,.. (misalnya 0,5) untuk saluran bertekanan.  
C – M : Jika harga *C* berada pada kisaran angka 1,.. (misalnya 1,5) untuk saluran terbuka.

- *Demand Multiplier* : Merupakan faktor pengali, bisa berupa Faktor jam puncak, misalnya 1,5 – 2, dimasukkan jika tidak ada *pattern* yang digunakan.

Kebocoran di jaringan, misal diketahui kebocoran di jaringan adalah sebesar 30%, maka ketik angka 1,30 pada *demand multiplier*.

- Status Report  
*OK*

### Menampilkan Label ID Peta

- Klik *View >> Option* : Akan muncul kotak dialog *Map Option* yang terdiri dari 7 *tabs* dan centang (√) opsi yang dibutuhkan :

### Menggambar jaringan

Klik *Map Toolbar*. Menggambar jaringan dalam EPANET, yaitu :

- Menggambar node, reservoir, dan tangki : Klik tombol pada *map toolbar* yang diinginkan kemudian klik *mouse* pada peta dimana akan diletakkan *object (node)* tersebut.
- Menggambar pipa, *valve* (katup), dan pompa : ambil *object* dengan cara klik tombol pipa pada *map toolbar*, kemudian klik pada *node* awal lepaskan (muncul gambar pensil dan garis putus-putus) dan hubungkan dimana *node* akan dihubungkan (klik di *node* tersebut).


Setelah menggambar jaringan selesai, langkah berikutnya adalah memasukkan data pada *object* dengan cara :

- Double klik pada *object*.
- Klik kanan pada *object* dan pilih *properties* dari *pop-up* menu yang muncul.
- Pilih *object* dari halaman data pada jendela *browser*, kemudian klik tombol *Edit* pada *browser*.

Input data untuk :



- *Junction* (Sambungan)
  - *Reservoir*
  - *Pipa*
  - *Valve* (Katup)
  - *Pompa*
  - *Pattern*
- Klik *Browser >> Pattern >> Add >>* ketik angka yang digunakan – ok.

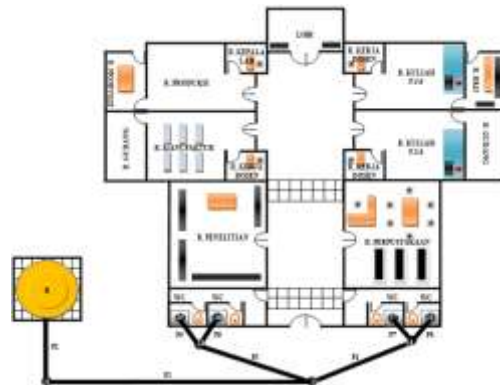
### Running program EPANET 2.0

- Analisis periode tunggal  
Klik *Project >> Run analysis*
- Analisis periode panjang
- Masuk ke jendela *Browser >> Data >> Option >> Times >> Edit >>* muncul kotak dialog *Times Option* :
- Pastikan *pattern* sudah dibuat/ dimasukkan
- Run Analysis (  )

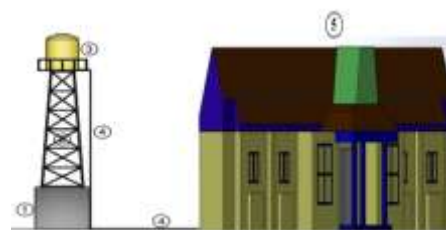
### Analisis Hasil atau Data

Menampilkan hasil melalui grafik

- Pilih *Report >> Graph* atau klik  pada standar *toolbar*
  - Isi pilihan pada kotak dialog *Graph Selection* yang muncul
  - Klik OK untuk membuat grafik
- Menampilkan hasil melalui tabel
- Tabel dapat dicetak, dikopi ke *windows clipboard* atau disimpan dalam *file*. Untuk membuat tabel :
- Pilih *report >> table* atau klik  pada standar *toolbar*.
  - Gunakan kotak dialog *table selection*



Gambar 1. Layout Laboratorium Teknik Mesin Undana



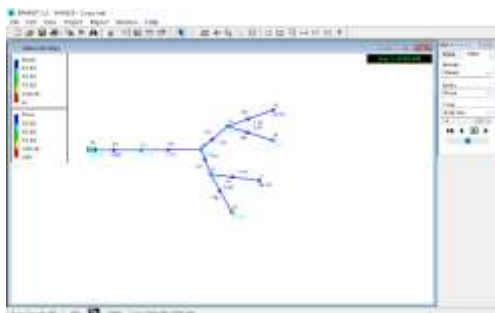
Gambar 2. Skema Distribusi Air

Keterangan:

- 1) Dudukan Rangka
- 2) Dudukan Reservoir
- 3) Reservoir
- 4) Pipa Distribusi
- 5) Laboratorium Teknik Mesin Undana.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Simulasi



Gambar 3. Peta head dan debit aliran di jaringan perpipaan

Gambar 3 menyajikan hasil simulasi jaringan perpipaan di Laboratorium Program Studi Teknik Mesin dan hasil penggambaran peta jaringan tersebut menggunakan EPANET 2.0, di mana aliran air dalam jaringan perpipaan yang dianalisis yaitu dari reservoir menuju ke kamar mandi di Laboratorium tersebut.

Reservoir diasumsikan sebagai sumber air dengan permukaan airnya dipertahankan konstan untuk menjaga kestabilan distribusi air bersih, dan periode analisis dilakukan selama 8 jam (*extended periode*) dengan kondisi aliran air di setiap pipa dalam kondisi terbuka.

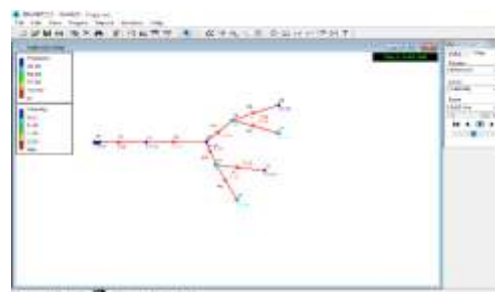
Gambar ini juga menunjukkan *head* di setiap simpul, dan debit aliran air di setiap pipa sepanjang jaringan perpipaan. Pada kasus ini, terlihat bahwa *head* di setiap simpul masih tergolong rendah yaitu  $h \leq 50$  m sehingga setiap simpul berwarna tosca tua. Begitu pula dengan debit aliran air di setiap pipa di mana terlihat bahwa debit alirannya tergolong rendah yaitu  $Q \leq 25$  liter/s sehingga setiap pipa ditunjukkan dengan warna biru. Karakteristik aliran di setiap simpul secara keseluruhan disajikan dalam Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 menyajikan secara rinci karakteristik aliran di setiap simpul meliputi elevasi, *base demand*, *demand*, *head*, dan tekanan. Pada tabel ini terlihat bahwa *head* tertinggi terdapat di reservoir sebagai sumber air, yaitu 37 m dan *head* terendah terdapat di

simpul 5, yaitu 22,05 m. Namun, berbeda dengan tekanan di mana tekanan tertinggi terjadi di simpul 3 dan 4, yaitu masing-masingnya 28,01 m dan tekanan terendah terjadi di simpul 2, yaitu 14,45 m. Hal ini menunjukkan bahwa di percabangan pipa tersebut (simpul 3 dan 4) terjadi peningkatan tekanan tertinggi selama air mengalir.

Tabel 1. Karakteristik aliran di setiap simpul

Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Demand LPS	Head m	Pressure m
Node 11	37	1.5	3.00	33.10	23.30
Node 12	35	1	2.00	30.45	19.45
Node 13	1.0	0.2	0.40	26.51	26.51
Node 14	1.3	0.2	0.40	26.51	26.51
Node 15	1.2	0.5	1.00	27.05	26.85
Node 16	1.7	0.2	0.40	26.25	27.15
Node 17	1.3	0.4	0.80	24.18	22.38
Node 18	1	0.3	0.60	27.05	26.85
Node 9	37	#N/A	-0.00	37.00	0.00



Gambar 4. Peta tekanan dan kecepatan aliran di jaringan perpipaan

Gambar 4 menyajikan tekanan di setiap simpul, dan kecepatan aliran air di setiap pipa sepanjang jaringan perpipaan.

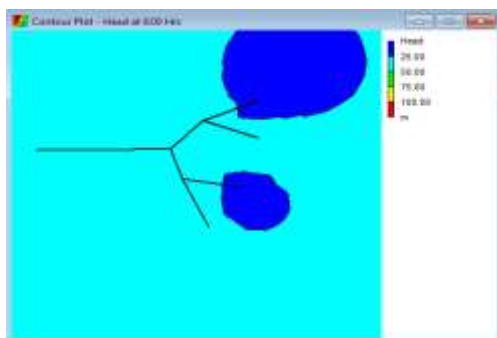
Pada kasus ini, terlihat bahwa tekanan di setiap simpul sangat bervariasi yaitu  $p \leq 25$  m (ditunjukkan oleh warna biru) dan  $p \leq 50$  m (ditunjukkan oleh warna tosca tua) di mana tekanan di setiap simpul dikategorikan tekanan rendah. Berbeda dengan kecepatan aliran di setiap pipa di mana terlihat bahwa kecepatannya dikategorikan kecepatan aliran tinggi yaitu  $v > 2$  m/s sehingga setiap pipa ditunjukkan dengan warna merah. Karakteristik aliran di setiap pipa secara keseluruhan disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik aliran di setiap pipa

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor	Status
Pipe#1	10	254	130	0.00	4.24	690.53	0.023	Open
Pipe#2	10	254	130	0.00	2.76	170.36	0.023	Open
Pipe#3	13	254	130	1.00	3.35	690.71	0.023	Open
Pipe#4	13	254	130	1.00	3.35	690.71	0.023	Open
Pipe#5	12	127	130	1.00	7.89	6214.12	0.028	Open
Pipe#6	11	127	130	0.40	1.76	110.66	0.028	Open
Pipe#7	13	127	130	0.00	6.32	470.32	0.028	Open
Pipe#8	7	127	130	0.40	4.74	2842.77	0.027	Open

Tabel 2 menyajikan karakteristik aliran disetiap pipa meliputi laju aliran, kecepatan aliran, rugi *head*, dan faktor gesekan. Pada tabel ini terlihat bahwa faktor gesekan terbesar terjadi di pipa 6 yaitu 0,028 sedangkan kecepatan aliran dan rugi *head* terbesar terjadi di pipa 5, yaitu masing-masingnya 7,89 m/detik dan 6214,12 m/km untuk diameter pipa dan kekasaran pipa yang sama. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa faktor gesekan, rugi *head*, kecepatan aliran, dan debit aliran di pipa 5 sampai dengan 8 nilai-nilainya sangat bervariasi untuk diameter dan kekasaran pipa yang sama, walaupun dengan sedikit perbedaan panjang pipa.

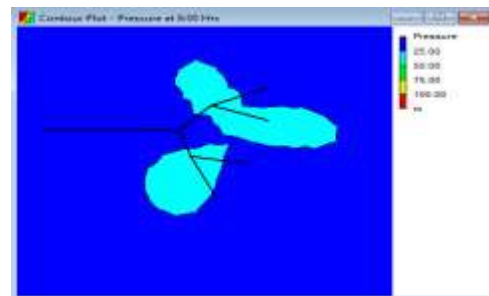
### Pembahasan



Gambar 5. Contour head di jaringan perpipaan

Gambar 5 menunjukkan citra kontur *head* di setiap simpul di jaringan perpipaan yang dikaji, dan lewat gambar kontur ini terlihat dengan jelas distribusi *head* di setiap simpul. Dalam gambar ini terlihat bahwa *head* terendah ( $h \leq 25$  m) terjadi di simpul 5 dan simpul 7 yang ditandai dengan kontur berwarna biru sedangkan untuk simpul yang

lain berwarna toska tua di mana nilainya  $25 < h \leq 50$ .



Gambar 6. Contour tekanan di jaringan perpipaan

Gambar 6 menunjukkan citra kontur tekanan di setiap simpul di jaringan perpipaan yang dikaji, dan terlihat bahwa tekanan dibawah 25 m terjadi di hampir seluruh simpul sedangkan simpul 3, 4, 6, dan 8 memiliki tekanan diatas 25 m tetapi dibawah 50 m. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa percabangan pipa dapat mengakibatkan meningkatnya tekanan walaupun terjadi penurunan *head*, dan perubahan tekanan di setiap simpul sangat bervariasi.

Tabel 3. Variasi head dan tekanan aliran di simpul 3 selama 8 jam

Time Hours	Elevation m	Base Demand LPS	Demand LPS	Head m	Pressure m
0:00	1.5	0.2	0.40	29.51	28.01
1:00	1.5	0.2	0.32	32.04	30.54
2:00	1.5	0.2	0.48	26.48	24.99
3:00	1.5	0.2	0.64	18.10	17.60
4:00	1.5	0.2	0.60	21.12	19.62
5:00	1.5	0.2	0.36	30.83	29.33
6:00	1.5	0.2	0.28	33.13	31.63
7:00	1.5	0.2	0.10	34.92	33.42
8:00	1.5	0.2	0.40	29.51	28.01

Tabel 3 menyajikan variasi *head* dan tekanan di simpul 3 untuk setiap periode analisis di mana terlihat bahwa *head* dan tekanan tertinggi yaitu masing-masingnya 34,92 m dan 33,42 m terjadi pada jam ke 7, dan selama 8 jam periode analisis yang dilakukan terlihat bahwa variasi perubahan tekanan dan *head* sangat fluktuatif, dan hal ini ditunjukkan pada Gambar 7 dan 8.



Gambar 7. Variasi tekanan selama 8 jam di simpul 3

Pada gambar 7 dapat dijelaskan bahwa, simpul 3 dan 4 merupakan simpul dengan *head* dan tekanan tertinggi di jaringan perpipaan, dan variasi *head* dan tekanan untuk kedua simpul tersebut sama besar untuk setiap perubahan waktu sehingga hanya simpul 3 yang mewakili pembahasan untuk simpul tertinggi.



Gambar 8. Variasi head selama 8 jam di simpul 3

Simpul 2 merupakan simpul dengan tekanan terendah di jaringan perpipaan, dan variasi *head* dan tekanan untuk simpul tersebut selama 8 jam periode analisis disajikan pada Tabel 4. Pada tabel ini terlihat bahwa *head* dan tekanan tertinggi yaitu masing-masingnya 35,19 m dan 20,19 m terjadi pada jam ke 7, dan variasi perubahan tekanan dan *head* sangat fluktuatif, seperti ditunjukkan pada Gambar 9 dan 10.

Di pipa nomor 5 terjadi debit aliran, kecepatan aliran, dan rugi *head* tertinggi dibandingkan dengan pipa-pipa lainnya, dan karakteristik aliran di dalam pipa nomor 5 selama 8 jam periode analisis disajikan pada

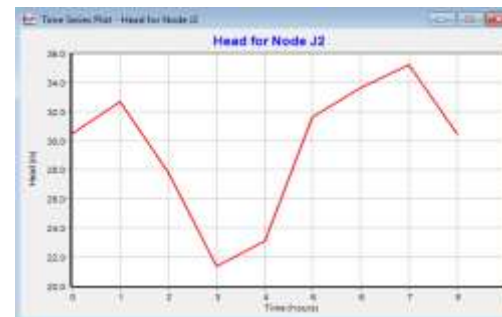
Tabel 5. Pada tabel ini terlihat bahwa debit aliran, kecepatan aliran, dan rugi *head* tertinggi, yaitu masing-masingnya 1,6 liter/s, 12,63 m/s, dan 14839,19 m/km terjadi pada jam ke 3 walaupun faktor gesekan pada jam tersebut adalah 0,023. Selama periode analisis 8 jam, variasi perubahan debit aliran, kecepatan aliran, rugi *head*, dan faktor gesekan sangat fluktuatif dan hal ini ditunjukkan pada Gambar 10, 11 dan 12.

Tabel 4. Karakteristik aliran di simpul 2 selama 8 jam

Time Hours	Elevation m	Base Demand LPS	Demand LPS	Head m	Pressure m
0:00	15	1	2,00	30,45	13,45
1:00	15	1	1,60	32,67	17,67
2:00	15	1	2,40	27,82	12,82
3:00	15	1	3,20	21,36	6,36
4:00	15	1	3,00	23,12	8,12
5:00	15	1	1,80	31,81	16,81
6:00	15	1	1,40	33,62	18,62
7:00	15	1	1,00	35,19	20,19
8:00	15	1	2,00	30,45	13,45



Gambar 9. Variasi tekanan selama 8 jam di simpul 2



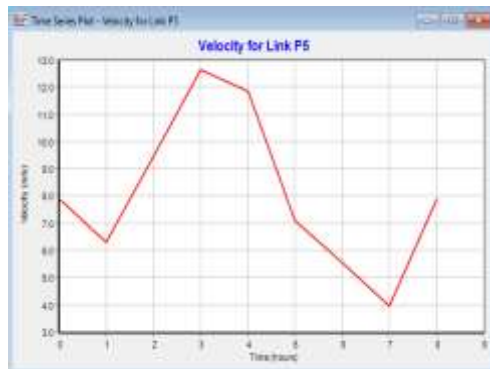
Gambar 10. Variasi head selama 8 jam di simpul 2

Tabel 5. Karakteristik aliran di pipa 5 selama 8 jam

Time (hours)	Length (m)	Diameter (mm)	Roughness	Flow (l/s)	Velocity (m/s)	Unit Headloss (m/ks)	Friction Factor	Status
0:00	1.2	12.7	100	1.00	0.89	4214.12	0.021	Open
1:00	1.2	12.7	100	0.80	0.82	4119.57	0.020	Open
2:00	1.2	12.7	100	1.20	0.47	8710.11	0.024	Open
3:00	1.2	12.7	100	1.80	1.05	14810.19	0.021	Open
4:00	1.2	12.7	100	1.00	1.04	13167.46	0.021	Open
5:00	1.2	12.7	100	0.80	1.10	5112.34	0.021	Open
6:00	1.2	12.7	100	0.70	0.53	3226.97	0.020	Open
7:00	1.2	12.7	100	0.90	0.99	1771.26	0.020	Open
8:00	1.2	12.7	100	1.00	0.89	4214.12	0.021	Open



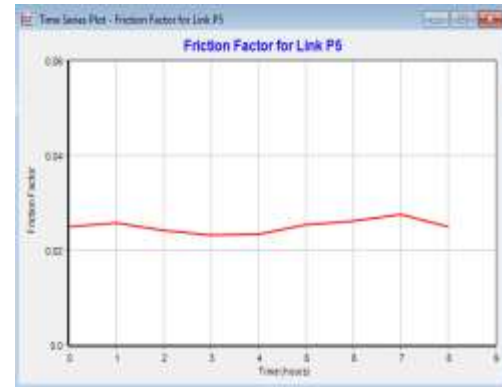
Gambar 10. Variasi rugi head selama 8 jam di pipa 5



Gambar 11. Variasi kecepatan aliran selama 8 jam di pipa 5

Pipa nomor 2 merupakan pipa dengan debit aliran, kecepatan aliran, dan rugi head terendah dibandingkan dengan pipa-pipa lainnya, dan karakteristik aliran di dalam pipa nomor 2 selama 8 jam periode analisis disajikan pada Tabel 6. Pada tabel ini terlihat bahwa debit aliran, kecepatan aliran, dan rugi

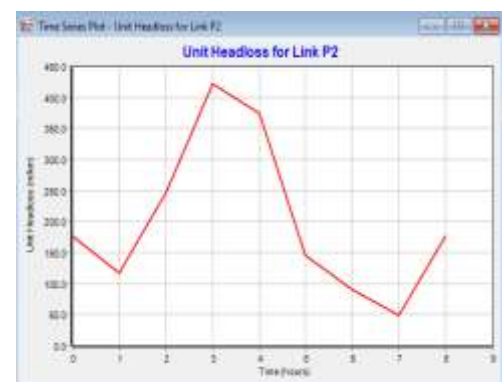
head tertinggi, yaitu masing-masingnya 8,96 liter/s, 4,42 m/s, dan 421,13 m/km terjadi pada jam ke 3 walaupun faktor gesekan pada jam tersebut adalah 0,021.



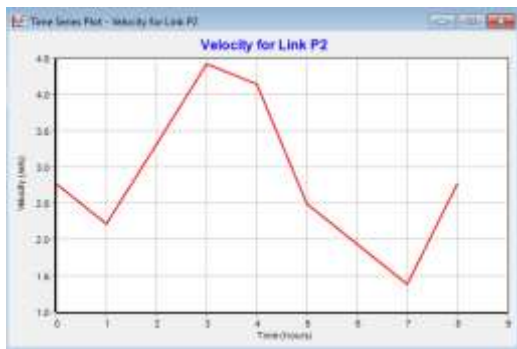
Gambar 12. Variasi faktor gesekan selama 8 jam di pipa 5

Tabel 6. Karakteristik aliran di pipa 2 selama 8 jam

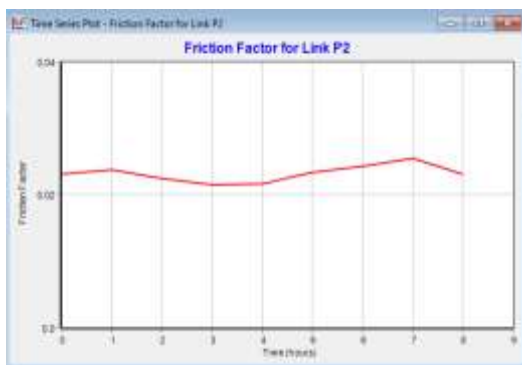
Time (hours)	Length (m)	Diameter (mm)	Roughness	Flow (l/s)	Velocity (m/s)	Unit Headloss (m/ks)	Friction Factor	Status
0:00	15	50.8	100	5.80	2.76	176.38	0.020	Open
1:00	15	50.8	100	4.48	2.21	118.66	0.020	Open
2:00	15	50.8	100	6.72	3.02	367.19	0.022	Open
3:00	15	50.8	100	8.96	4.42	421.13	0.021	Open
4:00	15	50.8	100	6.40	3.16	373.49	0.022	Open
5:00	15	50.8	100	5.28	2.69	166.00	0.020	Open
6:00	15	50.8	100	3.92	1.90	81.10	0.020	Open
7:00	15	50.8	100	2.80	1.26	48.65	0.020	Open
8:00	15	50.8	100	5.80	2.76	176.38	0.020	Open



Gambar 13. Variasi rugi head selama 8 jam di pipa 2

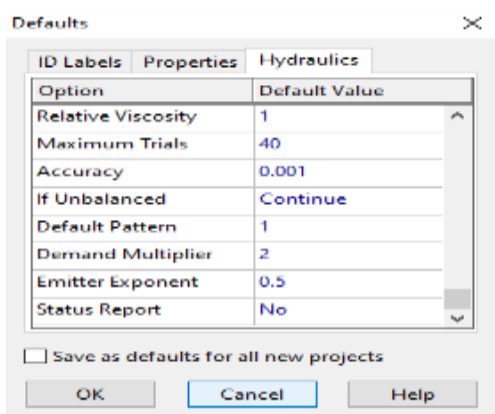


Gambar 14. Variasi kecepatan aliran selama 8 jam di pipa 2



Gambar 15. Variasi faktor gesekan selama 8 jam di pipa 2

Selama periode analisis 8 jam, variasi perubahan debit aliran, kecepatan aliran, rugi head, dan faktor gesekan sangat fluktuatif. Hal ini disebabkan oleh variasi panjang dan diameter pipa.



Gambar 16. Nilai demand multiplier



Gambar 17. Pola pemakaian air

Sebagai tambahan informasi disajikan pada gambar 17 adalah simulasi pola pemakaian air yang dapat diprediksi dengan menggunakan *demand multiplier*, yaitu faktor jam puncak atau kebocoran di jaringan perpipaan. Bila tidak ada informasi terhadap faktor jam puncak maka dapat digunakan nilai 1,5 – 2 sebagai *demand multiplier* atau bila diketahui kebocoran di jaringan misalnya sebesar 30% maka nilai 1,3 dapat digunakan sebagai *demand multiplier*. Dalam simulasi ini diambil nilai tertinggi *demand multiplier* adalah 2.

Hasil simulasi pola pemakaian air disajikan dalam Gambar 17 di mana terlihat bahwa pemakaian air tertinggi terjadi pada periode waktu jam ke 3 menuju jam ke 4 sedangkan pemakaian air terendah terjadi pada periode waktu jam ke 7 menuju jam ke 8. Pola pemakaian air rata-rata selama 8 jam kerja di Laboratorium yang ditinjau dalam penelitian ini adalah 1,02.

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisis karakteristik aliran di jaringan perpipaan menggunakan sistem gravitasi dengan bantuan perangkat lunak EPANET 2.0 di Laboratorium Teknik Mesin maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu:

- Simpul sangat mempengaruhi perubahan *head* dan tekanan di jaringan perpipaan di mana sambungan pipa akan selalu mengakibatkan fluktuasi *head* dan tekanan, dan sambungan pipa bercabang dapat



- mengakibatkan peningkatan *head* dan tekanan yang signifikan.
- Variasi panjang dan diameter pipa sangat berpengaruh terhadap rugi *head*, kecepatan aliran, debit aliran, dan faktor gesekan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1]. Sularso, dan Haruo Tahara, 2000, Pompa dan Kompresor (Pemilihan, Pemakaian, dan Pemeliharaan), Cetakan Ketujuh Pradnya Paramita, Jakarta.
- [2]. Herwindo, W., dan Rahmandani, D., 2013, Kajian Rancangan Irigasi Pipa Sistem Gravitasi, Jurnal Irigasi, Volume 8, Nomor 2, hal. 126 – 137.
- [3]. Wigati, R., Maddeppungeng, A., dan Krisnanto, I., 2015, Studi analisis kebutuhan air bersih pedesaan sistem gravitasi menggunakan software EPANET 2.0, Jurnal Konstruksia, Volume 6, Nomor 2, hal. 1 – 9.
- [4]. Rossman, L. A., 2000, EPANET 2.0 User Manual (Versi Bahasa Indonesia), National Risk Management Research Laboratory, Office of Research And Development, U.S. Environmental Protection Agency.