

# Analisis Distribusi Air pada Sistem Penyediaan Air Minum Kampus Universitas Sebelas Maret dengan Epanet

## Analisis Distribusi Air pada Sistem Penyediaan Air Minum Kampus Universitas Sebelas Maret dengan Epanet

Bayu Kusumajati<sup>[1]</sup> Solichin<sup>[2]</sup> Koosdayani<sup>[3]</sup>

<sup>[1]</sup> Mahasiswa Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta

<sup>[2]</sup> <sup>[3]</sup> Pengajar Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta  
Jl. Ir. Sutami 36 A Surakarta. Email : [masbayujati@gmail.com](mailto:masbayujati@gmail.com)

### Abstract

About 35.000 people in Sebelas Maret University Surakarta include the students and lecturers really have a huge need of drinking water. If each person needs 15 L each day, so it takes 52.500L/day for the total of drinking water on campus. The need of drinking water underlies the treatment of raw water which is deep well to provide the independent need of drinking water. The installation of process and distribution through the waterfountain is called with the drinking water supply system of the campus (Campus SPAM).

From the results of raw water treatment which uses ultrafiltration technology, the water will be distributed to all buildings and the points of student activities on campus. The distribution system network using a combination of linear and loop system. The combination system was chosen because of the service area had been centralized and it has distribution meeting. In the pipe system distribution, data elevation needed at every point waterfountain and on the pipelines, this data is obtained by the field survey. Water distribution using the power of gravity so that built elevated reservoir. Elevated reservoir built as high as 20 m to be able to supply the highest point in the area of services. The use of reservoir electric energy saving more than the use of boosterpump. Distribution pipes which used are HDPE (High Density Polyethylene) with the diameter of 50 mm, 25 mm, and 10 mm. Epanet is a program that is used for the simulation of water distribution systems. The required data to be input are the elevation and the pipe diameter. The calculation results of Epanet obtained the pressure and the flow rate at any point, thus knowable the pressure and Velocity distribution in the pipe or output waterfountain.

The distribution of SPAM campus with elevated reservoir which simulated with Epanet, pointed out that the 20 m reservoir can reach the highest elevation at + 132 m with the remaining 2.07 bar pressure = 21.2 meters and at its lowest with 4,312 bar.

**Keywords:** Water Distribution, SPAM Campus, Epanet

### Abstrak

Mahasiswa dan dosen di Universitas Sebelas Maret Surakarta yang berjumlah sekitar 35.000 orang memiliki kebutuhan air minum yang sangat besar. Jika per orang per hari dibutuhkan 1,5 L air maka total kebutuhan air minum di kampus mencapai 52.500 L/hari. Kebutuhan air minum ini mendasari pengolahan air baku yang dimiliki berupa *deep well* untuk dijadikan air minum agar dapat memenuhi kebutuhan air minum secara mandiri. Instalasi pengolahan dan distribusinya melalui *waterfountain* ini disebut dengan Sistem Penyediaan Air Minum Kampus (SPAM Kampus).

Dari hasil pengolahan air baku dengan menggunakan teknologi *ultrafiltration* air akan didistribusikan ke semua gedung dan titik-titik kegiatan mahasiswa di kampus. Sistem distribusi menggunakan jaringan kombinasi antara sistem *loop* dan *linier*. Sistem kombinasi dipilih karena daerah layanan terpusat dan memiliki sebaran rapat. Dalam sistem pipa distribusi, diperlukan data elevasi setiap titik *waterfountain* dan pada jaringan pipa, data ini didapatkan dengan survey lapangan. Distribusi air menggunakan tenaga gravitasi sehingga dibangun *elevated reservoir*. *Elevated reservoir* dibangun setinggi 20m untuk dapat mensuplai titik tertinggi di daerah layanan. Penggunaan reservoir lebih menghemat energi listrik daripada penggunaan *boosterpump*. Pipa distribusi yang digunakan adalah HDPE (*High Density Polyethylene*) dengan diameter 50mm, 25mm, dan 10mm. Epanet adalah program yang digunakan untuk simulasi sistem distribusi air. Data yang dibutuhkan untuk input adalah elevasi dan diameter pipa. Hasil perhitungan Epanet didapatkan tekanan dan kecepatan aliran di setiap titik, dengan demikian dapat diketahui tekanan dan kecepatan di dalam pipa distribusi maupun *output waterfountain*.

Distribusi SPAM kampus dengan *elevated reservoir* yang disimulasi dengan Epanet menunjukkan bahwa dengan ketinggian reservoir 20m dapat menjangkau daerah tertinggi di elevasi +132m dengan sisa tekanan 2,07 bar = 21,2 meter dan pada titik terendah dengan 4,312 bar.

**Kata Kunci :** Distribusi Air, SPAM Kampus, Epanet

### PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu kebutuhan dasar seluruh makhluk hidup. Air digunakan untuk berbagai keperluan oleh manusia seperti minum, mencuci, mandi, dan lain sebagainya. Ketersediaan air minum adalah satu bagian terpenting yang harus terpenuhi. Lambat laun, ketersediaan air untuk kebutuhan minum mengalami berbagai permasalahan mulai dari kualitas air, kuantitas dan kontinuitas air minum. Meskipun demikian, manusia selalu

mencari sumber-sumber air baru untuk memenuhi kebutuhan air. Perkembangan teknologi juga memungkinkan pengolahan air dengan kualitas di bawah standar air minum menjadi air layak minum.

Sistem Penyediaan Air Kampus UNS akan memanfaatkan sumber air dari *deepwell* yang berada di areal stadion kampus. Air dipompa dari *deepwell* kemudian melalui pengolahan dengan menggunakan teknologi *ultrafiltration (UF)*, kemudian dipompa naik ke reservoir setinggi 20 m untuk didistribusikan ke seluruh kampus dengan sistem gravitasi. Sesuai dengan perencanaannya, dengan sistem gravitasi ini diharapkan distribusi air minum dapat optimal tanpa harus mengoperasikan pompa air untuk distribusi. Distribusi air minum dialirkan melalui sistem *loop* utama dan dicabangkan ke *watertap* yang ada di gedung-gedung. Telah disediakan sejumlah 60 unit *watertap* berupa kran air siap minum dan 40 unit dispenser air untuk dapat melakukan pengisian. Dengan keadaan kontur kampus Universitas Sebelas Maret Surakarta yang berbukit-bukit dan perbedaan elevasi cukup tinggi, maka diameter pipa dan peletakan peletakan *watertap* harus disesuaikan dengan besarnya tekanan yang diberikan dari reservoir agar air yang keluar dari *watertap* maupun disepenser memiliki tekanan, kecepatan aliran dan debit yang cukup.

Sistem distribusi akan dimodelkan dengan menggunakan *software* EPANET 2.0. EPANET merupakan *software* yang bersifat *public domain* (gratis) yang 3 digunakan untuk pemodelan jaringan pipa terutama sistem distribusi air yang dikembangkan oleh *U.S. Environmental Protection Agency's Water Supply and Water Resources Division (US EPA)*. EPANET pertama kali hadir pada tahun 1993 (Rossman, 1993 dalam Mays, 1999) dan versi terbarunya adalah EPANET 2.0 yang dirilis pada Februari 2008 melalui situs resmi US EPA.

Tujuan Pnelitian

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kebutuhan air minum civitas akademika yang dapat dilayani SPAM Kampus
2. Mengetahui hasil analisis hubungan ketinggian reservoir terhadap tekanan ( p )

## TINJAUAN PUSTAKA

### 1. Proyeksi Pertumbuhan Civitas akademika

Metode perhitungan pertumbuhan pertumbungan civitas akademika dilingkungan kampus didasarkan pada perkiraan pertumbuhan oleh bagian kemahasiswaan kampus Universitas Sebelas Maret yaitu sebesar 10 % per tahun. Pertumbuhan ini mencakup berdirinya program studi baru, penambahan mahasiswa baru dan juga mahasiswa lama yang belum menyelesaikan studi tepat pada waktunya.

$$P_n = P_o (1 + r) \dots\dots\dots[1]$$

dengan:

$P_n$  : Jumlah civitas akademika pada tahun ke n (jiwa),

$P_o$  : Jumlah civitas akademika pada tahun awal (jiwa),

$r$  : Angka pertumbuhan civitas akademika tiap tahun (%).

### 2. Kebutuhan Air

Berdasarkan jumlah civitas akademika maka perhitungan kebutuhan air per orang per tahun adalah:

rumusnya ;

$$Q_{rh} = P \times q \dots\dots\dots[2]$$

dengan :

$Q_{rh}$  : Kebutuhan air per hari (liter/hari),

$P$  : jumlah civitas akademika (jiwa),

$q$  : kebutuhan air civitas akademika (liter/hari).

### 3. Kehilangan air

( $Q_{keh}$ ), dengan rumus (Ardiansyah,2012):

$$Q_{keh} = 10\% \times Q \dots\dots\dots[3]$$

dengan

$Q_{keh}$  : kehilangan air (liter/tahun),

$Q$  : debit produksi air (liter/tahun).

Presentase dapat diasumsikan

Ditinjau dari faktor penyebabnya kebocoran air dibagi menjadi 2 :

1. Teknis

Kehilangan air faktor teknis adalah faktor kehilangan air yang disebabkan kesalahan atau kelemahan dalam sistem operasi maupun sistem distribusi air. Misalnya, adanya kebocoran pada pipa atau pada sistem pengolahan.

## 2. Non Teknis

Kehilangan air faktor non teknis adalah faktor kehilangan air yang disebabkan karena kesalahan di luar sistem. Misalnya kesalahan civitas akademika, sehingga saat minum menyebabkan air terbuang.

## 3. Distribusi

Sistem distribusi air bersih dapat dilakukan dengan sistem gravitasi, pemompaan ataupun kombinasi dari keduanya (Al Layla,1980). Berikut penjelasan dari masing-masing pangsiran air bersih :

### 1. Cara Gravitasi

Cara gravitasi dapat digunakan apabila elevasi sumber air mempunyai perbedaan cukup besar dengan elevasi daerah layanan, sehingga tekanan yang diperlukan dapat dipertahankan.

### 2. Cara Pemompaan

Pada cara ini pompa digunakan untuk meningkatkan tekanan yang diperlukan untuk mendistribusikan air dari reservoir ke civitas akademika.

### 3. Cara Gabungan atau Kombinasi

Pada cara gabungan, reservoir digunakan untuk mempertahankan tekanan yang diperlukan selama periode pemakaian tinggi dan pada kondisi darurat, misalnya saat terjadi kebakaran atau tidak adanya energi.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah daerah layanan SPAM Kampus Universitas Sebelas Maret Surakarta. Terletak di Jalan Ir. Sutami 36A Ketingan, Jebres, Surakarta. Kampus utama memiliki koordinat BT - 33° 45.47" dan LS 101° 51' 0.08".

### Alat Bantu Survey

- Meteran yang digunakan untuk mengukur jarak penentuan awal pipa dan reservoir.
- Global Positioning System* (GPS) untuk menentukan koordinat lokasi SPAM Kampus.
- Total Station* untuk menentukan elevasi pipa jaringan distribusi dan *watertap*.

### Alat Bantu Perhitungan dan Penyusunan

### Analisa dan Pembahasan

### Survey Elevasi

Dilakukan survey elevasi yang kemudian disimulasikan dengan *Geographic Information System (GIS)* . Hasil pengukuran dipilih titik tertinggi dan terendah masing-masing 5 untuk dijadikan sampel. Hasil simulasi disajikan pada gambar



Gambar 1. Titik

Tahun	Jumlah Civitas akademika (jiwa)
2015	35.000
2016	38.500
2017	42.350
2018	46.585
2019	51.244
2020	56.368

Ektrem Lokasi Penelitian

Watertap akan diletakkan di setiap gedung, sehingga elevasi setiap gedung perlu diketahui. Rekapitulasi elevasi gedung pada titik yang dijadikan sampel disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Elevasi Gedung Sampel

Elevasi	Titik Sampel
119.529	MASJID NH
118.63	KEMAHASISWAAN
117.774	UKM
116.262	STUDENT CENTER
115.905	F. HUKUM
115.75	VIHARA
98.988	F.TEKNIK 2
98.659	F.TEKNIK 4
98.569	SPMB
98.396	LAB.PERTANIAN 2
96.639	LAB.PERTANIAN 1
96.639	F.PERTANIAN D

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Proyeksi Pertumbuhan Civitas Akademika

Diketahui jumlah civitas akademika kampus untuk tahun Po awal adalah 35.000 jiwa. Maka pertitungan disajikan dalam tabel 2.

Tabel 2. Proyeksi Pertumbuhan Civitas Akademika

Berdasarkan proyeksi pertumbuhan civitas akademika dapat dihitung proyeksi kebutuhan air. Perhitungan disajikan dalam tabel 3.

Tabel 3. Proyeksi Kebutuhan Air

### Oprasional Distribusi

Perhitungan di atas dijadikan acuan untuk menentukan lama produksi sistem pengolahan air. Perhitungan oprasional disajikan dalam tabel

Tabel 4. Rencana Oprasional SPAM

No	URAIAN	SATUAN	T A H U N					
			2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>PROYEKSI</b>								
<b>A</b>	<b>KEBUTUHAN AIR MINUM</b>							
1	Jumlah populasi	Jiwa	<b>35.000</b>	<b>38.500</b>	<b>42.350</b>	<b>46.585</b>	<b>51.244</b>	<b>56.368</b>
2	Kebutuhan rata-rata minum	air liter/hari	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
3	Kebutuhan Air Minum	m3/hari	52,50	57,75	63,53	69,88	76,87	84,55
	<b>Tahun</b>	<b>Jumlah Civitas akademika (jiwa)</b>	<b>Kebutuhan Air (l/jiwa/tahun)</b>	<b>Kebutuhan Air (m<sup>3</sup>/jiwa/tahun)</b>				
	2015	35.000	52.500	52,50				
	2016	38.500	57.750	57,75				
	2017	42.350	63.530	63,53				
	2018	46.585	69.880	69,88				
	2019	51.244	76.870	76,87				
	2020	56.368	84.550	84,55				
<b>PERHITUNGAN</b>								
<b>B</b>	<b>KAPASITAS PRODUKSI &amp; JAM OPERASI</b>							
1	Kapasitas penyerapan air produksi SPAM Kampus	m3/hari	52,50	57,75	63,53	69,88	76,87	84,55
		m3/bulan	1.575,00	1.732,50	1.905,75	2.096,33	2.305,96	2.536,55
2	Asumsi kebocoran	%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
3	Kapasitas Produksi	m3/hari	58,33	64,17	70,58	77,64	85,41	93,95
4	Jam Operasi	Jam/Hari	<b>6,48</b>	<b>7,13</b>	<b>7,84</b>	<b>8,63</b>	<b>9,49</b>	<b>10,44</b>

### Simulasi Epanet

Data yang diperlukan untuk *Input* untuk simulasi dalam Epanet disajikan dalam tabel 5.

Tabel 5. Data *Input* Epanet

Data	Sumber	Keterangan
Peta jaringan	Perencanaan	
Node/junction/titik	dari <i>Geographical Information System</i>	

komponen distribusi.

Elevasi	<i>Geographical Information System</i>	
Panjang pipa distribusi	<i>Geographical Information System</i>	
Diameter dalam pipa	Perencanaan	1" ,2" dan 3"
Jenis pipa yang digunakan	Perencanaan	HDPE
Umur pipa		Sumur, Debit 5 liter/detik
Jenis sumber (mata air, sumur bor, IPAM, dan Spesifikasi pompa (bila menggunakan pompa)	Perencanaan	2,5 liter/detik
Bentuk dan ukuran reservoir.	Perencanaan	Tabung, 30 m <sup>2</sup>
Faktor fluktuasi pemakaian air	Perhitungan	
Ketinggian Reservoir	Trial	20 m, 30 m, dan 40 m.

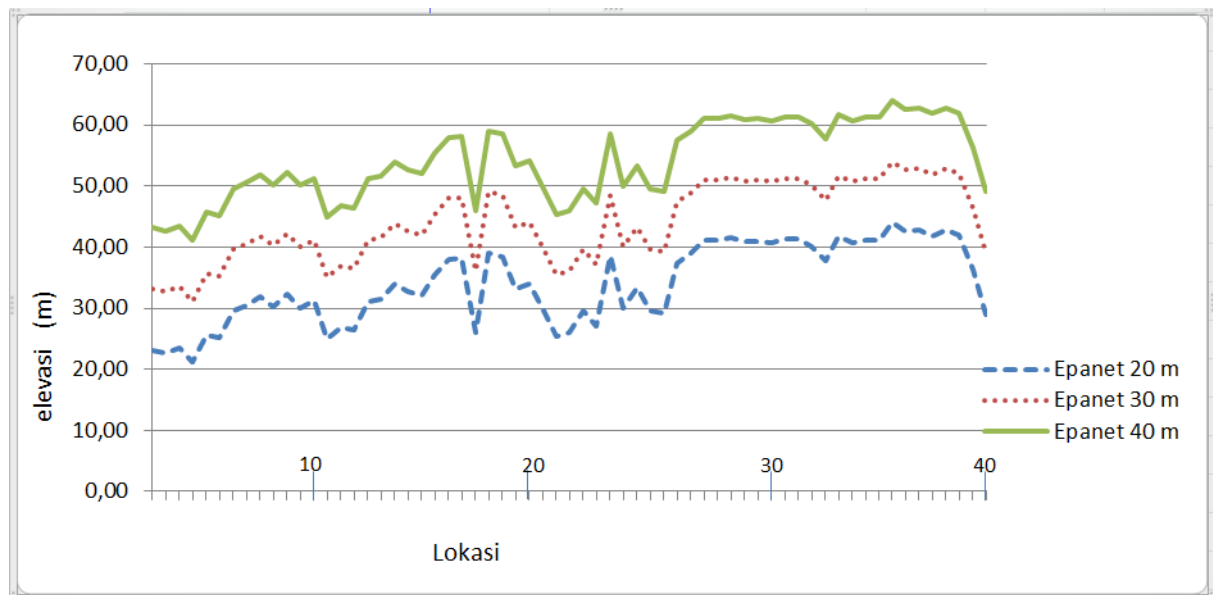
### Rekapitulasi

Berdasarkan simulasi dengan Epanet maka didapatkan tekanan di setiap titik dengan ketinggian reservoir 20 m, 30 m, dan 40 m. Rekapitulasi perbedaan tekanan pada titik sampel dengan ketinggian reservoir berbeda disajikan dalam tabel 6.

Tabel 6. Rakpitulasi Simulasi Epanet

Elevasi	Titik Sampel	Reservoir		
		20 m Pressure (mka)	30 m Pressure (mka)	40 m Pressure (mka)
119.529	MASJID NH	21,13	31,13	41,13
118.63	KEMAHASISWAAN	22,68	32,68	42,68
117.774	UKM	23,12	33,12	43,12
116.262	STUDENT CENTER	23,48	33,48	43,48
115.905	F. HUKUM	24,96	34,96	44,96
115.75	VIHARA	25,68	35,68	45,68
98.988	F.TEKNIK 2	41,05	51,05	61,05
98.659	F.TEKNIK 4	41,45	51,45	61,45
98.569	SPMB	42,82	52,82	62,82
98.396	LAB.PERTANIAN 2	42,58	52,58	62,58
96.639	LAB.PERTANIAN 1	43,99	53,99	63,99
96.639	F.PERTANIAN D	41,7	51,7	61,7

Grafik perbandingan tekanan disajikan dalam gambar 2



Gambar 2. Grafik Perbandingan Tekanan dengan Perbedaan Ketinggian Reservoir

Keterangan

1	UKM	9	F. Hukum	17	G Perkap	25	Bni/Kpri	33	SpmB
2	Kemahasiswaan	10	Fisipol	18	F.Kedokteran	26	F.Teknik	34	Lemlit
3	Student Center	11	F.Ekonomi	19	F.Mipa	27	Rektorat	35	Pslh
4	Masjid Nh	12	Kantor Pos	20	Stadion	28	Auditorium	36	Lppm
5	Vihara	13	Pasca Sarjana	21	Gor	29	Perpustakaan	37	Bookstore
6	Gereja	14	Lab. Mipa	22	F.Ekonomi	30	Lab.Pusat	38	Rumah Dinas Rektor
7	Pura	15	Kewirausahaan	23	F.Sastra	31	Lab.Kimia		
8	FKIP	16	PUSKOM	24	UPT 2B	32	F.PERTANIAN		

## SIMPULAN

1. Kebutuhan air minum civitas akademika yang dapat dilayani oleh SPAM adalah pada tahun 2015 sebanyak 52.500 l/hari, pada tahun 2016 sebanyak 57.750 l/hari, pada tahun 2017, sebanyak 63.530 l/hari, pada tahun 2018 sebanyak 69.880 l/hari, pada tahun 2019 sebanyak 76.870 l/hari, dan pada tahun 2020 sebanyak 84.550 l/hari.
2. Hasil simulasi Epanet menunjukkan tekanan terendah berada di titik Masjid Nurul Huda yaitu 21,13 mka dan titik tertinggi di Fakultas Pertanian gedung D yaitu 41,70 mka, maka dengan ketinggian reservoir 20m di atas muka tanah asli cukup menjangkau semua titik.

## SARAN

Saran dari penelitian ini adalah :

1. SPAM sangat bermanfaat dan lebih murah jika dibandingkan dengan air kemasan, maka SPAM dapat dikembangkan di banyak tempat.
2. Perlu ada penelitian dari sudut pandang lain dari pengelolaan SPAM untuk dapat dijadikan referensi di kemudian hari.
3. Perlu adanya kerjasama untuk mengoptimalkan kinerja operasional SPAM di kemudian hari agar fasilitas tersebut tidak mangkrak.

## REFERENSI

- Al-Layla, M. Anis, 1980. *Water Supply Engineering Design*, 3rd Edition, Ann Arbor Science Publishers, Inc., Michigan, USA.
- Ardiansyah. Juwono, Tri. Ismoyo. Janu, 2012. *Analisa Kinerja Sistem Distribusi Air Bersih pada PDAM di Kota Ternate*. Malang
- Bambang Triatmodjo, 2000. *Hidrolika*. Beta Offset. Yogyakarta
- Dewi, Hardiana. Koosdaryani. Muttaqien Adi Yusuf, 2015. *Analisis Kehilangan Air pada Pipa Jaringan Distribusi Air Bersih PDAM Kecamatan Baki, Kabupaten Sukoharjo*. Surakarta. E- Matriks Teknik Sipil. Surakarta
- Dimas P.S., 2008. *Perencanaan Jaringan Pipa Utama PDAM Kabupaten Kendal*. Semarang
- Institut Teknologi Sepuluh November, 2011. *Teori dan Konsep Sistem Penyaluran Air Minum*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya
- Ibrahim, Mochammad. Masrevaniah, Aniek. Dermawan, Very, 2005. *Analisa Hidrolis pada Komponen Sistem Distribusi Air Bersih dengan Waternet dan Watercad versi 8 Studi Kasus Kampung Digijouwa, Kampung Mawa dan Kampung Ikebo, Distrik Kamu, Kabupaten Dogiyai*. Malang
- Mahfudz Pasa, Irsyad dkk. 2010. *Analisis Tingkat Pelayanan Reservoir Pdam Tirtanadi Cabang Padangsidempuan*. Medan
- Purba, Saur. Syahrizal. Indrawa, Ivan, 2010. *Analisis Jaringan Sistem Distribusi Air Bersih pada Kecamatan Sidakalang Kabupaten Dairi*. Medan
- Saputra, Benny, 2005. *Pengaruh Penambahan Debit Kebutuhan pada Zona Pelayanan Air Bersih di PDAM Tirta Menlaboh*. Semarang
- Sudirman, Andry, 2012. *Analisa Pipa Jaringan Distribusi Air Bersih di Kabupaten Maros dengan Menggunakan Software Epanet 2.0*. Makassar