



## Distribusi Kebutuhan Air Bersih Untuk Pasien COVID-19 Melalui Simulasi Epanet di RSUD Genteng Banyuwangi

Iqbal Wahyudin<sup>1</sup>, Zulis Erwanto<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Banyuwangi

<sup>1</sup>iqbalwahyudin479@gmail, <sup>2</sup>zulis.erwanto@poliwangi.ac.id\*

### Abstract

Regional general hospital of genteng is a public health service, due to the increase in Covid-19 patients in 2020, the function of Class 1 and Isolation Building was carried out. The capacity of the two buildings is 92 people, it is necessary to ensure that water distribution is met. This study aims to simulate the distribution of clean water in Class 1 and Isolation Building of Genteng Hospital using Epanet 2.0. Determination of the number of users of Class 1 and Isolation Building using Least Square and Geometric projection methods for 9 months. Then a water distribution simulation was carried out using the Epanet 2.0 program. Simulation of 100% service water distribution resulted in a discharge requirement of 0.347 l/s in Class 1 Building with 3/4" pipe diameter, with an average velocity of 0.55 m/s, an average headloss unit of 32.52 m/km. Simulation of water distribution for the 100% service isolation building requires a discharge of 0.406 l/s with an average velocity of 0.50 m/s, an average headloss unit of 24.84 m/km. Adding 90 users, then the service becomes 125% adding 1 bathroom unit on the 2nd floor, it takes a water discharge of 0.623 l/s, with an average velocity of 0.73 m/s, an average headloss unit of 51.02 m/km.

*Keywords:* Covid-19, Clean Water Distribution, Epanet 2.0, Pipeline Network, Water Needs.

### Abstrak

RSUD Genteng merupakan pelayanan kesehatan masyarakat, dikarenakan meningkatnya pasien Covid-19 di tahun 2020, maka dilakukannya peralihan fungsi Gedung Kelas 1 dan Isolasi. Kapasitas kedua gedung 92 jiwa, perlu dipastikan distribusi air terpenuhi. Penelitian ini bertujuan untuk mensimulasi distribusi air bersih pada bangunan Gedung Kelas 1 dan Isolasi RSUD Genteng menggunakan Epanet 2.0. Penentuan jumlah pengguna Gedung Kelas 1 dan Isolasi menggunakan metode proyeksi *Least Square* dan *Geometrik* selama 9 bulan. Kemudian dilakukan simulasi distribusi air menggunakan program Epanet 2.0. Simulasi distribusi air pelayanan 100% dihasilkan kebutuhan debit 0,347 l/s pada Gedung Kelas 1 berdiameter pipa 3/4", dengan *velocity* rata-rata 0,55 m/s, unit *headloss* rata-rata 32,52 m/km. Simulasi distribusi air Gedung Isolasi pelayanan 100% dibutuhkan debit 0,406 l/s dengan *velocity* rata-rata 0,50 m/s, unit *headloss* rata-rata 24,84 m/km. Penambahan pengguna 90 jiwa, maka pelayanan menjadi 125% menambahkan 1 unit kamar mandi dilantai 2, dibutuhkan debit air sebesar 0,623 l/s, dengan *velocity* rata-rata 0,73 m/s, unit *headloss* rata-rata 51,02 m/km.

Kata kunci: Covid-19, Distribusi Air Bersih, Epanet 2.0, Jaringan Pipa, Kebutuhan Air.

Diterima Redaksi : 2024-03-28 | Selesai Revisi : 2024-05-29 | Diterbitkan Online : 2024-09-01

### 1. Pendahuluan

Rumah sakit merupakan institusi kesehatan dengan bidang preventif (pencegahan), kuratif (pengobatan), rehabilitatif maupun promotif. jenis limbah yang ditimbulkan oleh kegiatan tersebut limbah padat, cair, gas dan radioaktif yang dapat membahayakan bagi kesehatan dan lingkungan [1].

Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Genteng pada 30 Oktober 2020, membuat kebijakan peralihan fungsi gedung yang awal mulanya gedung aula menjadi gedung isolasi Rumah Sakit dan gedung kelas 1 Rumah Sakit. Peralihan fungsi gedung mengakibatkan bertambahnya kebutuhan air, sehingga diperlukan penambahan sumber

air untuk memenuhi kebutuhan air untuk melayani pengguna pada gedung tersebut. Perlu adanya simulasi kebutuhan air bersih di setiap rumah sakit pada umumnya untuk memprediksi melonjaknya penderita COVID-19.

*Software* Epanet 2.0 digunakan untuk mensimulasikan air mengalir didalam pipa, sehingga lebih mudah untuk mengetahui perilaku dan distribusi air bersih. Selain itu, juga bisa digunakan sebagai model untuk pembuatan desain, kalibrasi model hidrolis, analisa sisa khlor, dan analisa pelanggan [2]. Penelitian terdahulu terkait studi simulasi distribusi dan kebutuhan air dengan EPANET 2.0 antara lain [3], [4], [5], [6] dan [7]. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil simulasi distribusi

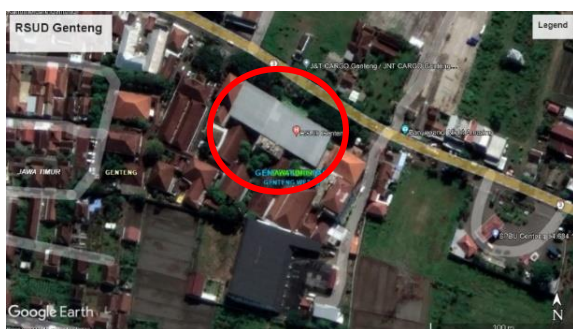


kebutuhan air bersih untuk pasien COVID-19 dengan EPANET di RSUD Genteng.

Simulasi distribusi air bersih berupa kecepatan aliran (*velocity*), tekanan aliran air (*pressure*) dan debit air. Hasil tersebut diharapkan dapat dijadikan pertimbangan pihak RSUD Genteng saat melakukan perencanaan pembangunan instalasi pipa air bersih. Selain itu dapat membantu pendistribusian kebutuhan air bersih secara optimal kepada pasien COVID-19.

## 2. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di bangunan Rumah Sakit yang berada Jl. Hasanudin, Dusun Krajan, Genteng Wetan, Genteng, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Lokasi Studi

Rumah Sakit Umum Daerah Genteng semula adalah Rawat Inap dari Puskesmas Genteng Kulon. Pada tahun 1984 ditingkatkan menjadi Rumah Sakit kelas C Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No: 168 / MENKES / II / 1994 tanggal 3 Maret 1994. Ditetapkan sebagai Badan Layanan Umum Daerah (BLUD) penuh Keputusan Bupati No: 188/1561/KEP/429.011/2011 tanggal 30 Desember 2011. RSUD Genteng memiliki 20 gedung yang berada dalam kawasan tersebut. Karena ada perubahan fungsi gedung akibat penempatan pasien covid-19, maka hanya 2 gedung yang dipakai demi keselamatan. Gedung yang dipakai adalah Gedung Kelas 1 dan Isolasi yang dapat dilihat pada **Gambar 2-3**.



**Gambar 2.** Gedung Kelas 1



**Gambar 3.** Gedung Isolasi

## 3. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan data hasil survei pembangunan sanitasi air yang berupa elevasi pipa dan tangki. Selain data tersebut, pengumpulan data seperti denah instalasi air bersih dan denah Gedung Kelas 1 dan Isolasi RSUD Genteng juga perlu dilakukan agar simulasi sesuai dengan kondisi aktual. Untuk mempermudah simulasi, dibutuhkan data proyeksi pengguna Gedung Kelas 1 dan Isolasi yang didasari oleh proyeksi kebutuhan pasien Covid-19 di RSUD Genteng. Setelah diketahui hasil proyeksi pengguna, maka dilakukan perhitungan kebutuhan air, debit dan kecepatan aliran air.

Hasil dari perhitungan manual dan hasil simulasi perlu dilakukan sebuah validasi data. Validasi data tersebut menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). MAPE digunakan untuk mengukur ketepatan nilai dugaan model yang dinyatakan dalam bentuk rata-rata persentase absolut kesalahan dan lebih banyak digunakan untuk perbandingan pada data-data yang mempunyai skala interval waktu berbeda [8].

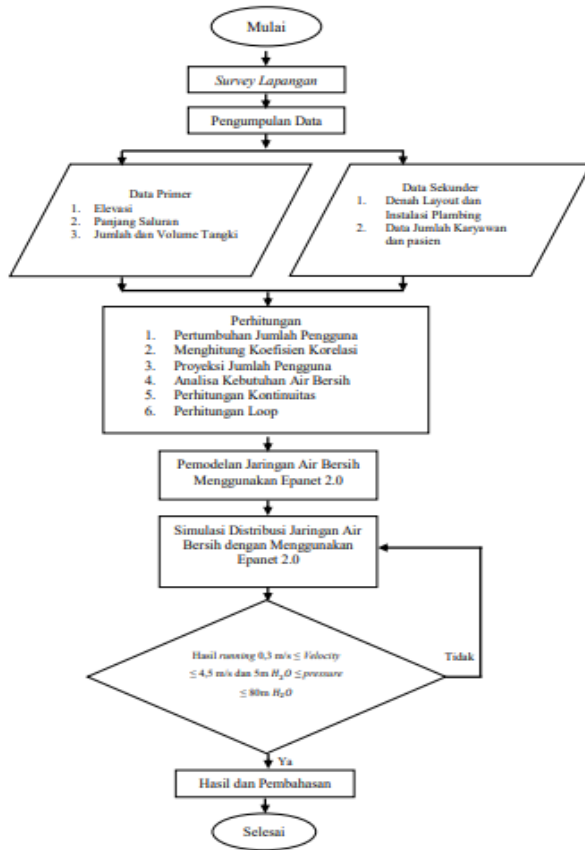
$$MAPE = \left( \frac{1}{n} \sum \frac{|A - \bar{S}|}{|A|} \right) \times 100\% \quad (1)$$

Dengan:

$\bar{S}$  = Nilai rata-rata simulasi

$\bar{A}$  = Nilai rata-rata perhitungan

Tahapan dalam melakukan penelitian simulasi distribusi air bersih, dapat dilihat pada **Gambar 4**. Secara umum tahapan tersebut terbagi menjadi 3 tahap, yaitu tahapan perhitungan manual, simulasi dan validasi.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

### 3.1. Proyeksi Pengguna

Penggunaan sistem plambing didasari oleh proyeksi kebutuhan pasien Covid-19 di RSUD Genteng pada Gedung Kelas 1 dan Isolasi. Proyeksi jumlah penduduk diperlukan untuk dapat memperhatikan jumlah penduduk suatu kota di masa yang akan datang. Masing-masing cara mempunyai karakteristik tersendiri, sehingga nantinya dapat dipilih salah satu cara yang tepat melalui beberapa metode sebagai dasar pemilihan [9]. Koefisien determinan dinyatakan seperti pada

Tabel 1.

$$r = \frac{(n \cdot (\Sigma xy)) - (\Sigma x \cdot \Sigma y)}{\sqrt{((n \cdot \Sigma y^2) - (\Sigma y)^2) ((n \cdot \Sigma x^2) - (\Sigma x)^2)}} \quad (2)$$

$$KP = r^2 \times 100\% \quad (3)$$

Tabel 1 Koefisien Determinan

Presentase	Kriteria
80% - 100%	Tinggi
60% - 79,9%	Cukup
40% - 59,9%	Sedang
20% - 39,9%	Rendah
0% - 19,9%	Sangat Rendah

Untuk persamaan perhitungan proyeksi penduduk, menggunakan 3 metode yang nantinya akan dipilih berdasarkan kriteria terbaik [10], antara lain:

### Metode Least Square

$$Y = a \pm b \cdot x \quad (4)$$

$$a = \frac{\Sigma y \cdot \Sigma x^2 - \Sigma x \cdot \Sigma xy}{n \cdot \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2} \quad (5)$$

$$b = \frac{n \cdot \Sigma xy - \Sigma x \cdot \Sigma y}{n \cdot \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2} \quad (6)$$

dengan :

Y = jumlah pengguna pada tahun proyeksi (jiwa)

X = jumlah tambahan dari tahun dasar

n = jumlah data

a,b = Konstanta

### Metode Geometrik

$$P_n = P_o (1 - r)^n \quad (7)$$

dengan :

Pn = jumlah pengguna pada tahun proyeksi (jiwa)

Po = jumlah pengguna pada awal tahun dasar (jiwa)

r = prosentase pertambahan pengguna (tahun)

n = banyaknya tahun proyeksi / kurun waktu

### Metode Aritmatik

$$P_n = P_o + r \cdot n \quad (8)$$

dengan :

Pn = jumlah pengguna pada tahun proyeksi (jiwa)

Pn = jumlah pengguna pada awal tahun dasar (jiwa)

r = jumlah pertambahan pengguna (tahun)

n = kurun waktu proyeksi (tahun)

### 3.2. Kebutuhan Air Bersih

Rumah Sakit memiliki ketentuan dan persyaratan, baik dari segi pengelolaan, kontruksi pengelolaan maupun sistem plambing untuk memenuhi persyaratan kualitas air bersih yang dibutuhkan Rumah Sakit [11]. Rumah sakit digolongkan sebagai kebutuhan domestik dan kebutuhannya diasumsikan sebesar 250-1000/hari (liter). Kebutuhan air tersebut dihitung tiap bed (jiwa) [10].

### 3.3. Aliran Air

Jumlah aliran air yang mengalir dalam pipa terhadap satuan waktu disebut debit aliran, berikut persamaan yang dapat menentukan debit air [12].

$$Q = A \times V \left( m^2 \times \frac{m}{det} = m^3/det \right) \quad (9)$$

Dalam perjalanannya, fluida bergerak mengalami kehilangan energi. Kehilangan energi ini dapat berakibat pada semakin kecilnya nilai tinggi tekanan atau kecepatan yang berkurang berakibat pada semakin kecilnya debit. Pada penerapan praktis teknik sipil, kehilangan energi lebih sering disebut dengan kehilangan tinggi tekanan air [13].

$$h_f = \frac{10,67 \times Q^{1,852}}{C_{hw}^{1,852} \times D^{4,87}} \times L \quad (10)$$

dengan:

Q = debit air dalam pipa (m<sup>3</sup>/dtk)

C = koefisien Hazen-Williams untuk pipa (**Tabel 2**)

D = diameter pipa (m)

L = panjang pipa (m)

**Tabel 2.** Koefisien Manning Pipa

Material	Hazen-Williams (unitless)	Darcy-Weisbach E (feet x 10 <sup>3</sup> )	Manning's n (unitless)
Cast Iron	130-140	0,85	0,012-0,015
Concrete Lined	120-140	1,0-10	0,012-0,017
Galvanized Iron	120	0,5	0,015-0,017
Plastic	140-150	0,005	0,011-0,015
Steel	140-150	0,15	0,015-0,017
Vitrified Clay	110		0,013-0,015

Perencanaan jaringan pipa dalam sebuah gedung, harus direncanakan sesuai dengan standar yang telah berlaku. Kriteria jaringan pipa distribusi yang dipakai sebagai acuan [14], kriteria tersebut dapat dilihat pada **Tabel 3**.

**Tabel 3.** Kriteria Pipa Air Bersih

No	Uraian	Notasi	Kriteria
1	Debit Perencanaan	Q Puncak	Q <sub>peak</sub> = F <sub>peak</sub> x Q rata-rata
2	Faktor jam puncak	F. Puncak	1,15 – 3
3	Kecepatan aliran air dalam pipa:		
	a. Kecepatan minimum	V min	0,3-0,6 m/det
	b. Kecepatan maksimum	V max	3,0-4,5 m/det
4	Tekanan air dalam pipa		
	a. Tekanan minimum	h min	(0,5 – 1,0) atm,
	b. Tekanan maksimum		
	- Pipa PVC atau ACP	h max	6-8 atm
	- Pipa baja atau DCIP	h max	10 atm
	- Pipa PE 100	h max	12,4 MPa
	- Pipa PE 80	h max	9,0 MPa

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Perhitungan Nilai Koefisien

Perhitungan koefisien ini bertujuan untuk menentukan metode yang digunakan berdasarkan data jumlah pengguna. nilai (r) tersebut ditujukan untuk mencari arah dari koefisien, jika hasilnya positif (+), maka koefisien tersebut searah dan apabila negatif (-) maka koefisien tersebut berlawanan arah. hasil perhitungan nilai koefisien dari ketiga metode tersebut, dapat ditentukan dengan berdasarkan kriteria koefisien penentu (KP) yang terdapat pada **Tabel 4** dan **Tabel 5**.

**Tabel 4.** Perhitungan Nilai Koef. Pada Gedung Kelas 1

Metode	Nilai (r)	Nilai KP	Keterangan
Aritmatik	-0,354	12,5%	Berlawanan Arah dan Sangat Rendah
Geometrik	0,587	34,4%	Searah dan Rendah
<i>Least Square</i>	0,590	34,7%	Searah dan Rendah

Berdasarkan **Tabel 4**, metode *Least Square* dipilih untuk proyeksi pengguna pada Gedung Kelas 1 karena harga

koefisien penentu (KP) memiliki harga yang paling tinggi yakni sebesar 34,7%.

**Tabel 5.** Perhitungan Nilai Koef. Pada Gedung Isolasi

Metode	Nilai (r)	Nilai KP	Keterangan
Aritmatik	0,287	8,2%	Searah dan Sangat Rendah
Geometrik	-0,827	68,4%	Berlawanan Arah dan Cukup
<i>Least Square</i>	-0,744	55,3%	Berlawanan arah dan Sedang

Berdasarkan **Tabel 5**, metode Geometrik dipilih pada proyeksi pengguna Gedung Isolasi karena harga koefisien penentu (KP) memiliki harga yang paling tinggi yakni sebesar 68,4%.

### 4.2. Proyeksi Jumlah Pengguna

Perhitungan proyeksi jumlah pengguna digunakan untuk memperkirakan pertumbuhan jumlah pengguna dan harga koefisien penentu (KP) dipakai untuk menentukan metode yang digunakan, metode tersebut adalah *Least Square* dan Geometrik. Adapun hasil perhitungan kedua metode tersebut dapat dilihat pada **Tabel 6** dan **Tabel 7**.

**Tabel 6.** Proyeksi Jumlah Pengguna Gedung Kelas 1 RSUD Genteng

Bulan (tahun)	Jangka Waktu Perencanaan (n)	Data Jumlah Pengguna	Proyeksi Jumlah Pengguna ( <i>Least Square</i> )
Mei (2020)	-	20	-
Juni (2020)	-	33	-
Juli (2020)	-	18	-
Agustus (2020)	-	25	-
September (2020)	-	83	-
Oktober (2020)	-	86	-
Nopember (2020)	-	108	-
Desember (2020)	-	98	-
Januari (2021)	-	66	-
Februari (2021)	-	44	-
Maret (2021)	-	50	-
April (2021)	1	-	56
Mei (2021)	2	-	60
Juni (2021)	3	-	64
Juli (2021)	4	-	68
Agustus (2021)	5	-	72
September (2021)	6	-	75
Oktober (2021)	7	-	79
Nopember (2021)	8	-	83
Desember (2021)	9	-	87

**Tabel 7.** Proyeksi Jumlah Pengguna Gedung Isolasi RSUD Genteng

Bulan (tahun)	Jangka Waktu Perencanaan (n)	Data Jumlah Pengguna	Proyeksi Jumlah Pengguna (Geometrik)
September (2020)	-	137	-
Oktober (2020)	-	62	-
Nopember (2020)	-	107	-
Desember (2020)	-	98	-
Januari (2021)	-	45	-
Februari (2021)	-	44	-
Maret (2021)	-	37	-
April (2021)	1	-	57
Mei (2021)	2	-	51
Juni (2021)	3	-	45

Bulan (tahun)	Jangka Waktu Perencanaan (n)	Data Jumlah Pengguna	Proyeksi Jumlah Pengguna (Geometrik)
Juli (2021)	4	-	41
Agustus (2021)	5	-	36
September (2021)	6	-	33
Oktober (2021)	7	-	29
Nopember (2021)	8	-	26
Desember (2021)	9	-	23

#### 4.3. Analisa Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air Rumah Sakit termasuk kedalam kebutuhan non domestik. Perhitungan kebutuhan air seperti pada **Tabel 8-11**.

**Tabel 8.** Perhitungan Kebutuhan Air (Q kebutuhan) Dengan Tingkat Pelayanan 100% Pada Gedung Kelas 1 RSUD Genteng

No	Lantai	$\sum$ Pengguna (Jiwa)	$\sum$ Pengguna 100% Terlayani (Jiwa)	$\sum$ Sambungan Kamar Mandi (SKM) (unit)	Kebutuhan Air SKM (m <sup>3</sup> /hari)	Asumsi
1	Lantai 1	20	20	10	16	Konsumsi Tiap Bed 80 lt/bed/hr Jumlah KM Lt 1 10 KM Kapasitas Kamar Lt 1 2 Bed Kamar Lantai (KL) 1 10 Kamar Kapasitas Gedung 20 Bed

**Tabel 9.** Perhitungan Kebutuhan Air (Q kebutuhan) Dengan Tingkat Pelayanan 100% Pada Gedung Isolasi RSUD Genteng

No	Lantai	$\sum$ Pengguna (Jiwa)	$\sum$ Pengguna 100% Terlayani (Jiwa)	$\sum$ Sambungan Kamar Mandi (SKM) (unit)	Kebutuhan Air SKM (m <sup>3</sup> /hari)	Asumsi
1	Lantai 1	6	6	6	2,88	Konsumsi Tiap Bed 80 lt/bed/hr
2	Lantai 2	66	66	3	15,84	Jumlah KM Lt 1 6 KM
	Jumlah	72	72	9	18,72	Jumlah KM Lt 2 3 KM Kapasitas Kamar Lt 1 1 Bed Kapasitas Kamar Lt 2 22 Bed Kamar Lantai (KL) 1 6 Kamar Kamar Lantai (KL) 2 3 kamar Kapasitas Gedung 72 Bed

**Tabel 10.** Perhitungan Kebutuhan Air (Q kebutuhan) Dengan Tingkat Pelayanan 436% Pada Gedung Kelas 1 RSUD Genteng

No	Lantai	$\sum$ Pengguna (Jiwa)	$\sum$ Pengguna 436% Terlayani (Jiwa)	$\sum$ Sambungan Kamar Mandi (SKM) (unit)	Kebutuhan Air SKM (m <sup>3</sup> /hari)	Asumsi
1	Lantai 1	87	87	44	304,70	Konsumsi Tiap Bed 80 lt/bed/hr Jumlah KM Lt 1 10 KM Kapasitas Kamar Lt 1 2 Bed Kamar Lantai (KL) 1 10 Kamar Kapasitas Gedung 20 Bed

**Tabel 11.** Perhitungan Kebutuhan Air (Q kebutuhan) Dengan Tingkat Pelayanan 125% Pada Gedung Isolasi RSUD Genteng

No	Lantai	$\sum$ Pengguna (Jiwa)	$\sum$ Pengguna 125% Terlayani (Jiwa)	$\sum$ Sambungan Kamar Mandi (SKM) (unit)	Kebutuhan Air SKM (m <sup>3</sup> /hari)	Asumsi
1	Lantai 1	6	6	6	2,88	Konsumsi Tiap Bed 80 lt/bed/hr
2	Lantai 2 + Gedung Klas 1	84	84	4	27,07	Jumlah KM Lt 1 6 KM
	Jumlah	90	90	10	29,95	Jumlah KM Lt 2 3 KM Kapasitas Kamar Lt 1 1 Bed Kapasitas Kamar Lt 2 22 Bed Kamar Lantai (KL) 1 6 Kamar Kamar Lantai (KL) 2 3 kamar Kapasitas Gedung 72 Bed

#### 4.4 Kebutuhan Debit Puncak

Menghitung debit puncak atau debit total data yang dimasukkan dalam perhitungan yaitu data dari kebutuhan

air, dengan begitu akan diketahui debit total kebutuhan air yang ada pada Gedung Kelas 1 dan Isolasi. Perhitungan kebutuhan debit puncak gedung tersebut, dapat dilihat pada **Tabel 12** dan **Tabel 13**.

**Tabel 12.** Perhitungan Debit Puncak Kebutuhan Air Pada Tingkat Pelayanan 100% Gedung Kelas 1 dan Isolasi RSUD Genteng

No	Gedung	Σ Pengguna Jiwa	Q Kebutuhan		Q Kebocoran		Q Rata-rata (Q ave)		Q Hari Maks (Qh max)		Q Jam Maks (Qj max)		Q kebakaran		Q total	
			m <sup>3</sup> /hari	lt/dt	m <sup>3</sup> /hari	lt/dt	m <sup>3</sup> /hari	lt/dt	m <sup>3</sup> /hari	lt/dt	m <sup>3</sup> /hari	lt/dt	m <sup>3</sup> /hari	lt/dt	m <sup>3</sup> /hari	lt/dt
1	Kelas 1 Lt 1	20	16,0	0,19	3,20	0,04	19	0,22	24,00	0,28	28,8	0,33	1,20	0,01	30,00	0,35
2	Isolasi Lt 1	6	2,9	0,03	0,58	0,01	3,45	0,04	4,32	0,05	5,18	0,06	0,22	0,003	5,40	0,06
3	Isolasi Lt 2	66	15,8	0,18	3,17	0,04	19,0	0,22	23,76	0,28	28,5	0,33	1,19	0,01	29,70	0,34
	Jumlah	92	34,7	0,40	6,94	0,08	41,6	0,48	52,08	0,60	62,5	0,72	2,60	0,03	65,10	0,75

**Tabel 13.** Perhitungan Debit Puncak Kebutuhan Air Pada Tingkat Pelayanan 125% Gedung Kelas 1 dan Isolasi RSUD Genteng

No	Gedung	Σ Pengguna Jiwa	Q Kebutuhan		Q Kebocoran		Q Rata-rata (Q ave)		Q Hari Maks (Qh max)		Q Jam Maks (Qj max)		Q kebakaran		Q total	
			m <sup>3</sup> /hari	lt/dt	m <sup>3</sup> /hari	lt/dt	m <sup>3</sup> /hari	lt/dt	m <sup>3</sup> /hari	lt/dt	m <sup>3</sup> /hari	lt/dt	m <sup>3</sup> /hari	lt/dt	m <sup>3</sup> /hari	lt/dt
1	Kelas 1 Lt 1	20	16,0	0,19	3,20	0,04	19,20	0,22	24,00	0,28	28,80	0,33	1,20	0,01	30,00	0,34
2	Isolasi Lt 1	6	2,90	0,03	0,58	0,01	3,47	0,04	4,32	0,05	5,18	0,06	0,27	0,003	5,40	0,06
3	Isolasi Lt 2	84	25,8	0,30	5,17	0,06	30,1	0,36	38,74	0,45	46,49	0,54	1,94	0,02	48,43	0,56
	Jumlah	110	44,7	0,52	8,94	0,10	53,7	0,62	67,06	0,78	80,48	0,93	3,35	0,04	83,83	0,97

4.5 Debit Sambungan Kamar Mandi

Perhitungan debit kebutuhan pada setiap Sambungan Kamar Mandi (SKM) pada pelayanan 100% dan 125% yang dapat dilihat pada **Tabel 14-15**.

**Tabel 14.** Kebutuhan Air Setiap SKM Tingkat Pelayanan 100%

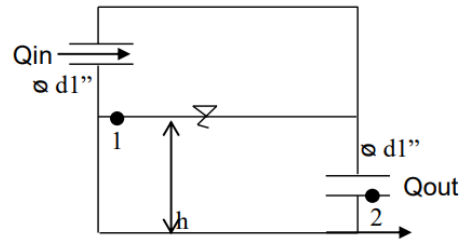
Gedung	Pengguna Jiwa	Jumlah KM	Kapasistas KM	Q total lt/dt	Q SKM jiwa/lt/dt
Kelas 1	20	10	2	0,347	0,035
Isolasi	72	9	23	0,406	0,045
Jumlah	92	19	25	0,753	0,080

**Tabel 15.** Kebutuhan Debit Air Setiap SKM Tingkat Pelayanan 125%

Gedung	Pengguna Jiwa	Jumlah KM	Kapasistas KM	Q total lt/dt	Q SKM jiwa/lt/dt
Kelas 1	20	10	2	0,347	0,035
Isolasi	90	10	23	0,623	0,063
Jumlah	110	20	25	0,970	0,098

4.6 Debit Kontinuitas

Setelah diketahui debit aktual, maka selanjutnya mencari debit yang terjadi pada tangki air. Debit pada tangki air dapat diketahui dengan persamaan kontinuitas sebagai berikut:



**Gambar 5.** Gambar Tandon Air

Diketahui:

$Q_{in} = Q_{out}$

$Q_{in} = \text{Konstan}$

Tangki berbentuk silinder

Jumlah tangki = 4 buah

Diameter tangki (d) = 0,95m

Tinggi tangki (t) = 2,3m

h air = 2,27m

Diameter pipa masuk = 0,032m

Diameter pipa keluar = 0,032m

Penampang Pipa (A) =  $\frac{1}{4} \pi d^2$   
 = 0,25.3,14. (0,032)<sup>2</sup>  
 = 0,000804 m<sup>2</sup>

Maka, kecepatan aliran dapat diketahui melalui persamaan Hukum Torricelli sebagai berikut:

$0 + 0 + h = V^2 \cdot 2g + 0 + 0$

$V^2 = 2g \cdot h$

$V = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$

$$V = \sqrt{2.9,8.2,27}$$

$$V = 6,670 \text{ m/s}$$

Jadi sesuai dengan hukum kontinuitas, didapatkan debit aliran air sebagai berikut:

$$Q_{in} = A \times V$$

$$Q_{in} = 0,000804 \text{ m}^2 \times 6,670 \text{ m/s}$$

$$Q_{in} = 0,00536 \text{ m}^3/\text{s}$$

Jumlah total debit aliran air pada 4 tangki:

$$Q_{in \text{ total}} = 0,00536 \text{ m}^3/\text{s} \times 4 \text{ buah}$$

$$Q_{in \text{ total}} = 0,02144 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 21,44 \text{ liter/detik}$$

Berdasarkan keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1204/Menkes/SK/X/2004 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit, fasilitas penyediaan air minum dan air bersih yakni harus tersedia air bersih minimum 500 lt/bed/hari. Maka dapat diketahui ketersediaan air sebagai berikut:

$$Q_{in \text{ total}} = 21,44 \text{ liter/detik}$$

$$= 21,44 \times (60 \times 60 \times 24)$$

$$= 1.852.416 \text{ lt/hari}$$

Dapat diketahui, ketersediaan air 1.852.416 lt/hari, maka selanjutnya mencari penggunaan air bersih berdasarkan setiap jiwa/bed/hari dengan tingkat pelayanan 125%. Seperti yang tertuang didalam keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1204/Menkes/SK/X/2004, minimal ketersediaan air 500lt/bed/hari.

Maka perhitungan penggunaan air dilihat sebagai berikut:

$$Q_{in \text{ total}} = 1.852.416 \text{ lt/hari}$$

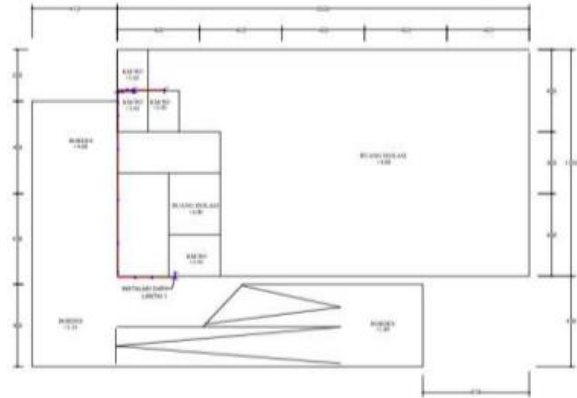
$$= \frac{1.852.416}{110}$$

$$= 16.840,15 \text{ lt/bed/hari}$$

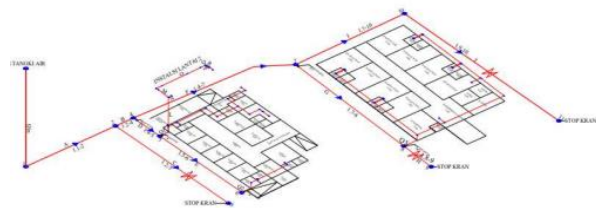
Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa ketersediaan air dari kedua gedung untuk pasien Covid-19 masih mencukupi secara kuantitas, karena lebih dari 500 lt/bed/hari.

#### 4.7 Proyeksi Instalasi Air

Kapasitas Gedung Kelas 1 tidak mampu menampung pengguna proyeksi 110 jiwa. Oleh karena itu, terjadi pengalihan pengguna ke Gedung Isolasi sebanyak 67 jiwa. Karena adanya penambahan pengguna, maka berakibat juga pada jumlah kamar mandi (KM) pada Gedung Isolasi sejumlah 1 buah yang dapat dilihat pada **Gambar 6** dan **Gambar 7**.



**Gambar 6.** Denah Proyeksi Instalasi Pipa Gedung Isolasi Pelayanan 125%.



**Gambar 7.** Denah Proyeksi Instalasi Pipa Gedung Isolasi Isometrik Pelayanan 125%.

#### 3.7 Simulasi Epanet

Rekapitulasi hasil simulasi distribusi air yang terjadi pada *junction* dan *pipe* yang terdapat di bangunan Gedung Kelas 1 dan Isolasi, dengan tingkat pelayanan 100% dan 125% dapat dilihat pada **Tabel 16**.

**Tabel 16.** Distribusi Air Pada *Junction* di Gedung Kelas

Node ID	Elevation (m)	Pelayanan 100%				Pelayanan 125%			
		Base Demand (l/s)	Demand (l/s)	Head (m)	Pressure (m)	Base Demand (l/s)	Demand (l/s)	Head (m)	Pressure (m)
Junc j26	191	0,035	0,07	207,42	16,42	0,035	0,07	206,79	15,79
Junc j27	191	0,035	0,07	206,96	15,96	0,035	0,07	206,33	15,33
Junc j28	191	0,035	0,07	206,96	15,96	0,035	0,07	206,33	15,33
Junc j29	191	0,035	0,07	205,95	14,95	0,035	0,07	205,31	14,31
Junc j30	191	0,035	0,07	205,94	14,94	0,035	0,07	205,31	14,31
Junc j31	191	0,035	0,07	205,77	14,77	0,035	0,07	205,13	14,13
Junc j32	191	0,035	0,07	205,77	14,77	0,035	0,07	205,13	14,13
Junc j33	191	0,035	0,07	205,77	14,77	0,035	0,07	205,13	14,13
Junc j34	191	0,035	0,07	205,77	14,77	0,035	0,07	205,13	14,13
Junc j35	191	0,035	0,07	205,69	14,69	0,035	0,07	205,06	14,06
Junc j36	191	0,035	0,07	205,69	14,69	0,035	0,07	205,06	14,06

Node ID	Elevation (m)	Pelayanan 100%				Pelayanan 125%			
		Base Demand (l/s)	Demand (l/s)	Head (m)	Pressure (m)	Base Demand (l/s)	Demand (l/s)	Head (m)	Pressure (m)
Junc j37	191	0,035	0,07	205,69	14,69	0,035	0,07	205,05	14,05
Junc j38	191	0,035	0,07	207,03	16,03	0,035	0,07	206,39	15,39
Junc j39	191	0,035	0,07	207,03	16,03	0,035	0,07	206,39	15,39
Junc j40	191	0,035	0,07	207,02	16,02	0,035	0,07	206,39	15,39
Junc j41	191	0,035	0,07	207,02	16,02	0,035	0,07	206,38	15,38
Junc j42	191	0,035	0,07	206,95	15,95	0,035	0,07	206,31	15,31
Junc j43	191	0,035	0,07	206,95	15,95	0,035	0,07	206,31	15,31
Junc j44	191	0,035	0,07	206,95	15,95	0,035	0,07	206,31	15,31
Rata-rata	191	0,035	0,07	206,44	15,44	0,035	0,07	205,8021	14,80

Hasil simulasi dari program Epanet 2.0, diperlukan (Hf) pada pipe distribusi air dengan cara manual. pembuktian hasil perhitungan dari program tersebut, Perhitungan headloss dapat dilihat pada **Tabel 17 dan** maka dilakukan perhitungan velocity (v) dan headloss **18**.

**Tabel 17.** Perbandingan Nilai Unit Headloss Gedung Kelas 1

Link ID	Length (m)	Diameter (mm)	Roughness	Pelayanan 100%				Pelayanan 125%			
				Flow (l/s)	Velocity (m/s)	Simulasi Headloss (m/km)	Manual Headloss (m/km)	Flow (l/s)	Velocity (m/s)	Simulasi Headloss (m/km)	Manual Headloss (m/km)
Pipe p22	3,5	26	140	1,33	2,51	280,2	279,25	1,33	2,51	280,18	279,25
Pipe p23	4,5	26	140	0,77	1,45	101,8	101,48	0,77	1,45	101,82	101,48
Pipe p24	1	26	140	0,07	0,13	1,21	1,20	0,07	0,13	1,21	1,20
Pipe p25	14,5	26	140	0,63	1,19	70,22	69,98	0,63	1,19	70,22	69,98
Pipe p26	1,5	26	140	0,07	0,13	1,19	1,20	0,07	0,13	1,19	1,20
Pipe p27	4	26	140	0,49	0,92	44,09	43,94	0,49	0,92	44,09	43,94
Pipe p28	1	26	140	0,07	0,13	1,19	1,20	0,07	0,13	1,19	1,20
Pipe p29	0,15	26	140	0,35	0,66	23,56	23,56	0,35	0,66	23,56	23,56
Pipe p30	1	26	140	0,07	0,13	1,21	1,20	0,07	0,13	1,21	1,20
Pipe p31	8	26	140	0,21	0,4	9,18	9,15	0,21	0,4	9,18	9,15
Pipe p32	1	26	140	0,07	0,13	1,19	1,20	0,07	0,13	1,19	1,20
Pipe p33	1,15	26	140	0,07	0,13	1,2	1,20	0,07	0,13	1,2	1,20
Pipe p34	9	26	140	0,49	0,92	44,09	43,94	0,49	0,92	44,09	43,94
Pipe p35	1	26	140	0,07	0,13	1,19	1,20	0,07	0,13	1,19	1,20
Pipe p36	0,15	26	140	0,35	0,66	23,56	23,56	0,35	0,66	23,56	23,56
Pipe p37	1	26	140	0,07	0,13	1,21	1,20	0,07	0,13	1,21	1,20
Pipe p38	8	26	140	0,21	0,4	9,18	9,15	0,21	0,4	9,18	9,15
Pipe p39	1	26	140	0,07	0,13	1,19	1,20	0,07	0,13	1,19	1,20
Pipe p40	1,15	26	140	0,07	0,13	1,2	1,20	0,07	0,13	1,2	1,20
Rata-rata	3,29	26	140	0,29	0,55	32,52	32,42	0,29	0,55	32,52	32,42

**Tabel 18.** Perbandingan Nilai Unit Headloss Gedung Isolasi

Link ID	Length (m)	Diameter (mm)	Roughness	Pelayanan 100%				Pelayanan 125%			
				Flow (l/s)	Velocity (m/s)	Simulasi Headloss (m/km)	Manual Headloss (m/km)	Flow (l/s)	Velocity (m/s)	Simulasi Headloss (m/km)	Manual Headloss (m/km)
Pipe p8	3,5	26	140	1,08	2,03	190,5	189,90	3,5	1,64	3,09	412,07
Pipe p9	2,5	26	140	0,54	1,02	52,78	52,60	2,5	0,76	1,42	98,43
Pipe p10	0,75	26	140	0,09	0,17	1,91	1,90	0,75	0,13	0,24	3,55
Pipe p11	7	26	140	0,36	0,68	24,91	24,82	7	0,5	0,95	46,45
Pipe p12	7,25	26	140	0,09	0,17	1,91	1,90	7,25	0,13	0,24	3,56
Pipe p13	4,5	26	140	0,18	0,34	6,9	6,88	4,5	0,25	0,47	12,87
Pipe p14	1,5	26	140	0,09	0,17	1,91	1,90	1,5	0,13	0,24	3,56
Pipe p15	3,5	26	140	0,18	0,34	6,9	6,88	3,5	0,25	0,47	12,87
Pipe p16	6	26	140	0,09	0,17	1,91	1,90	6	0,13	0,24	3,57
Pipe p17	4,75	26	140	0,45	0,85	37,65	37,53	4,75	0,76	1,42	98,42
Pipe p18	0,5	26	140	0,09	0,17	1,93	1,90	0,5	0,13	0,24	3,57
Pipe p19	11	26	140	0,27	0,51	14,62	14,57	11	0,5	0,95	46,45
Pipe p20	1	26	140	0,09	0,17	1,92	1,90	1	0,13	0,24	3,57
Pipe p21	1,5	26	140	0,09	0,17	1,91	1,90	1,5	0,25	0,47	12,87
Pipe p50	-	-	-	-	-	-	-	1,5	0,13	0,24	3,56
Rata-rata	3,95	26,00	140,00	0,26	0,50	24,84	24,75	3,78	0,39	0,73	51,02

Mengetahui tingkat akurasi perhitungan unit headloss, **Tabel 19 dan Tabel 20**. maka digunakan metode *mean absolute percentage error* (MAPE), hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada DOI : <https://doi.org/10.52158/jaceit.v5i2.811>



Tabel 19. MAPE Unit *Headloss* Gedung Kelas 1

Pelayanan	Rata-Rata <i>Headloss</i> Simulasi (m/km)	Rata-rata <i>Headloss</i> Perhitungan (m/km)	MAPE (%)
100%	32,52	32,42	0,31
125%	32,52	32,42	0,31

Tabel 20. MAPE Unit *Headloss* Gedung Isolasi

Pelayanan	Rata-Rata <i>Headloss</i> Simulasi (m/km)	Rata-rata <i>Headloss</i> Perhitungan (m/km)	MAPE (%)
100%	24,84	24,75	0,34
125%	51,02	51,02	0,02

## 5. Kesimpulan

Simulasi distribusi air bersih Gedung Kelas 1 menggunakan diameter pipa 3/4", dengan kapasitas jumlah pengguna maksimal adalah 20 jiwa, maka tingkat pelayanan 100% membutuhkan debit air 0,347 lt/det dengan pressure rata-rata sebesar 15,44 m H<sub>2</sub>O, *velocity* rata-rata 0,55 m/s, unit *headloss* rata-rata sebesar 32,52 m/km dan MAPE sebesar 0,31%. Sedangkan simulasi tingkat pelayanan 125% dengan jumlah 20 jiwa maka menghasilkan pressure rata-rata berkurang menjadi 14,80 m H<sub>2</sub>O. Untuk nilai MAPE kurang dari 10% yang berarti bahwa hasil simulasi sangat baik.

Simulasi distribusi air bersih Gedung Isolasi menggunakan diameter pipa 3/4", dengan kapasitas pengguna maksimal adalah 72 jiwa, maka tingkat pelayanan 100% membutuhkan debit air 0,406 ltr/dtk dengan pressure rata-rata 18,10 m H<sub>2</sub>O, *velocity* rata-rata sebesar 0,50 m/s, unit *headloss* rata-rata 24,84 m/km dan MAPE sebesar 0,34%. Kemudian dikarenakan prediksi jumlah pengguna bertambah menjadi 90 jiwa, maka diperlukan penambahan *bed* sebanyak 18 jiwa dan 1 unit kamar mandi, sehingga tingkat pelayanan menjadi 125% dan membutuhkan debit air 0,623 ltr/dtk, maka diperoleh hasil pressure rata-rata 15,77 m H<sub>2</sub>O, *velocity* rata-rata sebesar 0,73 m/s, unit *headloss* rata-rata 51,02 m/km dan MAPE sebesar 0,02%. Perbedaan nilai unit *headloss* dipengaruhi oleh dimensi pipa, *velocity*, debit air dan jenis pipa. Untuk nilai MAPE kurang dari 10% yang berarti bahwa hasil simulasi sangat baik.

## Daftar Rujukan

- [1] Kusumanto, Pengolahan Limbah Rumah Sakit, kumpulan makalah PPLH Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada, 1992.
- [2] A. Rossman Lewis, Buku Manual Program Epanet, U.S.A: EKAMITRA Engineering, 2000.
- [3] Anza, dkk., "Perancangan Sistem Plambing Air Bersih Pada Gedung Menara BRI Pekanbaru," *Jom FTEKNIK Edisi 2 Juli s/d Desember 2018*, p. 5, 2018.
- [4] Kusumajati, dkk, "Analisis Distribusi Air Pada Sistem Penyediaan Air Minum Kampus," *e-jurnal Matriks Teknik Sipil*, p. 12, 2016.
- [5] Nugroho, dkk, "Analisa Jaringan Perpipaan Distribusi Air Bersih Menggunakan EPANET 2.0 (Studi Kasus di Kelurahan Harapan Baru, Kota Samarinda)," *TEKNIK*, vol. 39 (1), pp. 62-66, 2018.
- [6] Suhardiyanto, "Perancangan Sistem Plambing Instalasi Air Bersih dan Air Buangan Pada Pembangunan Gedung Perkantoran Bertingkat Tujuh Lantai," *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, vol. 5, p. 02, 2016.
- [7] Tumanan, dkk, "Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih Di Diesa Uuwan Kecamatan Dumoga Barat Kabupaten Bolaang Mongondow," *Jurnal Sipil Statik*, vol. 5, pp. 225-235, 2017.
- [8] S. M. Robial, "Perbandingan Model Statistik Pada Analisis Metode Peramalan Time Series (Studi Kasus: PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk Kandatel, Sukabumi)," *Jurnal Ilmiah SANTIKA*, vol. 8 (2), p. 9, 2 Desember 2018.
- [9] M. V. Burako, "Proyeksi Kebutuhan Air Bersih Pada Tahun 2021 di Kota Pulang Pisau Menggunakan Metode Aritmatik," *Media Ilmiah Teknik Sipil (6)*, p. 82, 2018.
- [10] Ditjen Cipta Karya PU, Modul Proyeksi Kebutuhan Air dan Identifikasi Pola Fluktuasi Pemakaian Air, Jakarta: Ditjen Cipta Karya PU, 2018.
- [11] Sidharta, *Rekayasa Lingkungan*, Jakarta: Universitas Gunadarma, 1997.
- [12] B. Triatmojo, *Hidrolika II*, Yogyakarta: Beta Offset, 2008.
- [13] N. S. Rizal, *Hidrolika*, Jember: Universitas Muhammadiyah Jember, 2010.
- [14] Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Replubik Indonesia Nomor 18 tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, Jakarta: [http://ciptakarya.pu.go.id/dok/hukum/permen/permen\\_18\\_2007](http://ciptakarya.pu.go.id/dok/hukum/permen/permen_18_2007), 2007.