

## Perencanaan Jaringan Pipa Air Bersih dan Air Limbah Pada Gedung Kuliah Bersama Universitas Negeri Malang

M. Amran Dharmawan<sup>1</sup>, Ratih Indri Hapsari<sup>2</sup>, Moh. Charits<sup>3</sup>

Mahasiswa D-IV Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>1</sup>, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>2,3</sup>

Email: [amrand02@gmail.com](mailto:amrand02@gmail.com)<sup>1</sup>, [ratih@polinema.ac.id](mailto:ratih@polinema.ac.id)<sup>2</sup>, [mohcharits@hotmail.com](mailto:mohcharits@hotmail.com)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Pembangunan Gedung Kuliah Bersama Universitas Negeri Malang memerlukan perencanaan jaringan pipa air bersih dan air kotor, serta perkiraan biaya konstruksinya. Data yang dibutuhkan adalah data *shop drawing* serta HSPK Kota Malang Tahun 2019. Pedoman perencanaan jaringan pipa menggunakan SNI 03-7065-2005. Penentuan kebutuhan air bersih menggunakan metode jumlah pemakai. Dalam perencanaan dimensi pipa air bersih menggunakan metode *Hazen-William* sedang perencanaan dimensi pipa air limbah dan pipa vent menggunakan metode unit beban alat plambing. Dari hasil perhitungan diperoleh dimensi pipa air bersih dengan rentang diameter 5" - 1/2"; pipa air kotor dengan rentang diameter 6" - 2 1/2"; pipa air bekas dengan rentang diameter 4" - 2"; pipa vent dengan rentang diameter 2 1/2" - 1"; dengan besar anggaran pembangunan Rp3.562.235.000,00.

**Kata kunci :** jaringan pipa; air limbah; kontrol aliran; analisis biaya

### ABSTRACT

*The Development Of Four Higher Education Institutions State University Of Malang requires the planning of clean and waste water pipelines, as well as the estimated construction costs. The data needed is data shop drawing and Malang City HSPK in 2019. Guidelines for pipeline planning using SNI 03-7065-2005. Determination of clean water needs using the method of the number of users. In planning the dimensions of the clean water pipe using the Hazen-William method, while planning the dimensions of the waste water pipe and vent pipe using plumbing fixtures method. From the calculation results obtained dimensions of clean water pipes with a diameter range of 5 " - 1/2"; black water pipes with a diameter range of 6 " - 2 1/2"; grey water pipes with a diameter range of 4 " - 2"; vent pipes with a diameter range of 2 1/2 " - 1"; with a construction budget of IDR3,562,235,000.00.*

**Keywords :** pipelines; wastewater; flow control; cost analysis

### 1. PENDAHULUAN

Perencanaan suatu gedung bertingkat selain dari segi struktur pasti tidak akan terlepas dari perencanaan arsitektural ataupun sistem penunjang dari gedung tersebut. Instalasi air bersih mencakup dari pengadaan dan penyimpanan air bersih sampai pendistribusiannya, sedangkan instalasi air kotor mencakup pengumpulannya. Lokasi yang ditinjau adalah Gedung Kuliah Bersama Universitas Negeri Malang. Luas bangunan sebesar 2.386,8 m<sup>2</sup>. Gedung selain difungsikan sebagai kelas juga difungsikan sebagai laboratorium untuk 2 lantai bawah dan auditorium.

Menurut Suhardiyanto (2016), perancangan plambing instalasi air bersih dan air buangan pada gedung perkantoraan bertingkat 7 lantai dengan jumlah penghuni

bangunan sebesar 1.148 orang maka di perlukan air bersih sebesar 68,4 m<sup>3</sup>/hari. Penggunaan kapasitas bak penampung air bersih bawah (*Ground Water Tank*) sebesar 23,4 m<sup>3</sup>, dan untuk bak air bersih atas (*Roof Tank*) yaitu sebesar 8,8 m<sup>3</sup>. Bak penampung air buangan yang digunakan (*STP*) dengan kapasitas 40 m<sup>3</sup>. Pengaliran air bersih dari bak air bawah menuju bak air atas digunakan pompa transfer dengan kapasitas pengaliran sebesar 0,249 m<sup>3</sup>/menit, Head pompa sebesar 41,327 m, dan NPSHa sebesar 6,63 m. Pada tekanan kerja air bersih yang didistribusikan menuju peralatan saniter pada lantai 6 dan lantai 7 digunakan *Booster Pump* dengan kapasitas pengaliran sebesar 3,59 liter/detik, dan tekanan pada *Booster Pump* sebesar 1,35 kgf/cm<sup>2</sup>.

Menurut Putra, Pratama, dkk (2015), jaringan pipa air bersih dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu untuk pipa bersumber

dari air tanah dan hasil pengolahan *grey water*. Perhitungan dimensi mendapatkan besar pipa dengan rentang 25 mm sampai 100 mm untuk jaringan kelas 1 dan rentang 25 mm sampai 80 mm untuk jaringan kelas 2.

Menurut Hermansyah, Pratama, dkk (2016), direncanakan saluran air limbah dengan sistem gravitasi dan dengan pompa dengan bahan PVC. Jaringan pipa direncanakan terbagi menjadi 3 jenis, yaitu untuk pipa *grey water* dengan rentang diameter mulai dari 50 – 100 mm, pipa *black water* dengan diameter 100 mm, dan pipa vent dengan rentang diameter 32 – 100 mm.

## 2. METODE

### A. Perhitungan Volume Kebutuhan Air Bersih

Metode yang digunakan dalam menentukan kebutuhan air bersih menggunakan metode jumlah pemakai. Berikut langkah perhitungan kebutuhan air bersih pada gedung bertingkat:

- 1) Menentukan jumlah penghuni atau pemakai gedung
- 2) Menghitung pemakaian air bersih gedung (Qd) menggunakan **persamaan 1**.

$$Q_d = \Sigma \text{Penghuni} \times \text{Keb. air/Org/hr} \quad (1)$$

- 3) Menghitung kebutuhan air rata-rata per hari (Qh) menggunakan **persamaan 2**.

$$Q_h = Q_d / T \quad (2)$$

Dimana:

Qh = Pemakaian air rata-rata (m<sup>3</sup>/jam)

Qd = Pemakaian air rata-rata sehari (m)

T = Jangka waktu pemakaian (jam)

- 4) Menghitung pemakaian air jam puncak dengan **persamaan 3**.

$$Q_{h-max} = (C_1)(Q_h) \quad (3)$$

Dengan C<sub>1</sub> memiliki nilai antara 1,5 – 2,0

- 5) Menghitung pemakaian air pada menit puncak dengan **persamaan 4**.

$$Q_{m-max} = (C_2) \left( \frac{Q_h}{60} \right) \quad (4)$$

Dengan C<sub>2</sub> memiliki nilai antara 3,0 – 4,0

### B. Dimensi pipa air bersih

Penentuan dimensi pipa air bersih menggunakan metode *hazen-william* dengan debit aliran didapatkan dari perbandingan alat plumbing yang dilayani jalur pipa. Perhitungan dimensi pipa menggunakan **persamaan 5**.

$$D = \sqrt[2]{\frac{4 \times Q}{v \times \pi}} \quad (5)$$

Pengecekan kecepatan aliran menggunakan **persamaan 6**.

$$V_{cek} = \frac{Q}{1/4 \pi D^2} \quad (6)$$

Perhitungan hilang tinggi tekan menggunakan **persamaan 7**.

$$H_f = \frac{10,666 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,85}} \times L \quad (7)$$

Perhitungan sisa tekan menggunakan **persamaan 8**.

$$\text{Sisa Tekan} = \Delta H + H_f \quad (8)$$

### C. Dimensi Pipa Air Limbah

Penentuan dimensi pipa air limbah menggunakan metode unit beban alat plumbing. Berikut langkah-langkah penentuan dimensi pipa air limbah

- 1) Menentukan daerah atau jalur tiap sistem pada ruang saniter.
- 2) Menentukan besar unit beban alat plumbing (UAP) dari **tabel 1** di bawah ini

**Tabel 1.** UAP Alat Plumbing

No.	Alat Plumbing	Øperangkap min(mm)	UAP
1.	Kloset : Tangki gelontor	75	4
	Katup gelontor		8
2.	Peturasan:		
	a. Tipe menempel dinding	40	4
	b. Tipe gantung dinding	40-50	4
	c. Tipe dengan kaki, siphon jet atau blow out	75	8
	d. Untuk umum, model palung setiap 0,60 m		2
3.	Bak cuci tangan (lavatory)	32	1
4.	Bak cuci macam-macam		
	– Dapur, untuk rumah	40-50	(2-4)
	– Dapur, dengan penghancur makanan untuk rumah	40-50	3
	– Hotel, komersial	50	4
	– Bar	32	1,5
	– Dapur kecil, cuci piring	40-50	(2-4)
5.	Buangan lantai (floor drain)	40	0,5
		50	1
		75	2

Sumber: Noerbambang dan Morimura, 2005

- 3) Menentukan nilai beban UAP kumulatif dari setiap alat plambing sampai pada alat plambing yang paling dekat dengan pipa tegak dari setiap jalur.
- 4) Menentukan diameter pipa alat plambing berdasarkan UAP maksimum dari **tabel 2**.

**Tabel 2. Penentuan Dimensi Pipa Air Limbah**  
**Beban maksimum unit alat plambing yang boleh disambung kepada:**

Ø pipa mm	Cabang mendatar		Satu pipa tegak setinggi 3 tingkat, atau untuk interval			Pipa tegak dengan tinggi lebih dari 3 tingkat						
	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing (NFC)	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Jumlah untuk pipa tegak		Jumlah untuk cabang satu tingkat				
						Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing (NFC)	Unit alat plambing (praktis)	Reduksi (%)	Unit alat plambing (NFC)	
32	1	100	1	2	100	2	100	2	1	100	1	
40	3	100	3	4	100	4	100	8	2	100	2	
50	5	90	6	9	90	10	100	24	6	100	6	
65	10	80	12	18	90	20	90	42	9	100	9	
75	14	70	20	27	90	30	90	60	14	90	16	
100	96	60	160	192	80	240	80	500	72	80	90	
125	216	60	360	432	80	540	80	1100	160	80	200	
150	372	60	620	768	80	960	80	1900	280	80	350	
200	840	60	1400	1760	80	2200	80	3600	480	80	60	
250	1500	60	2500	2660	70	3800	70	5600	700	70	1000	
300	2340	60	3900	4200	70	6000	70	8400	1050	70	1500	
375	3500	50	7000	-	-	-	-	-	-	-	-	

Sumber: Noerbambang dan Morimura, 2005: 202

- 5) Menyesuaikan diameter pipa yang terpasang dengan diameter pipa yang ada dipasaran
- 6) Menentukan slope yang akan digunakan pada pipa air buangan masing-masing alat plambing yang akan menuju pipa tegak

**D. Dimensi Pipa Vent**

Metode yang digunakan dalam menentukan dimensi pipa vent ialah metode unit beban alat plambing, dimana penentuan dimensi menggunakan **tabel 3**. Berikut ini

**Tabel 3. Penentuan Dimensi Pipa Vent**

Ukuran pipa tegak air buangan	Beban unit alat plambing yang disambungkan	Diameter pipa ven yang diperlukan (mm)								
		32	40	50	65	75	100	125	150	200
		Panjang maksimum pipa ven (m)								
32	2	9								
40	8	15	45							
40	10	9	30							
50	12	9	22,5	60						
50	20	7,8	15	45						
65	42		9	30	90					
75	10		9	30	60	180				
75	30			18	60	150				
75	60			15	24	120				
100	100			10,5	30	78	300			
100	200			9	27	75	270			
100	500			6	21	54	210			
125	200				10,5	24	105	300		
125	500				9	21	90	270		
125	1100				6	15	60	210		
150	350				7,5	15	60	120	390	
150	620				4,5	9	37,5	90	330	

Ukuran pipa tegak air buangan	Beban unit alat plambing yang disambungkan	Diameter pipa ven yang diperlukan (mm)								
		32	40	50	65	75	100	125	150	200
150	960					7,2	30	75	300	
150	1900					6	21	60	210	
200	600						15	45	150	390
200	1400						12	30	120	360
200	2200						9	24	105	330
200	3600						7,5	18	75	240
250	1000							22,5	37,5	300
250	2500							15	30	150
250	3800							9	24	105
250	5600							7,5	18	75

Sumber: Noerbambang dan Morimura, 2005

### Diagram Alir Pekerjaan

Alur perencanaan sistem instalasi air bersih pada Gedung Kuliah Bersama Universitas Negeri Malang sesuai dengan Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN Kebutuhan Air Bersih Gedung

Didapatkan jumlah penghuni gedung yang ditinjau sesuai tabel 4.

Tabel 4. Jumlah Penghuni Gedung

Lantai	Penghuni (Org)
1	90
2	89
3	14
4	124
5	12
6	343
7	159
8	103
9	2673
<b>Total</b>	<b>3912</b>

Sumber: Hasil Perhitungan

Menggunakan persamaan 1 untuk mencari kebutuhan air per hari pada gedung. Dengan uraian sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 Q_d &= \Sigma \text{Penghuni} \times \text{Keb. air/Org/hr} \\
 &= 3912 \text{ Orang} \times 80 \text{ lt/org/hr} \\
 &= 312.960 \text{ lt/hr} \approx 312,960 \text{ m}^3/\text{hr}
 \end{aligned}$$

Diasumsikan jangka waktu penggunaan air maksimal adalah 6 jam dengan rincian sebagai berikut

- Pukul 07.00 – 10.00
- Pukul 11.00 – 13.00
- Pukul 15.00 – 16.00

Dengan menggunakan persamaan 2. Didapatkan besar kebutuhan air rata-rata sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 Q_h &= Q_d/T \\
 &= 312,960/6 \\
 &= 52,16 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Debit air jam puncak menggunakan persamaan 3. Dengan uraian sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q_h - \text{maks} &= C_1 \times Q_h \\
 &= 2,0 \times 52,16 \\
 &= 104,32 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Sedangkan debit air pada menit puncak menggunakan persamaan 4. Sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 Q_m - \max &= C2 \times \frac{Q_h}{60} \\
 &= 4,0 \times \frac{52,16}{60} \\
 &= 3,48 \text{ m}^3/\text{menit}
 \end{aligned}$$

**Dimensi Pipa Air Bersih**

Metode hazen-william digunakan dalam perhitungan dimensi pipa air bersih serta rumus Bernoulli digunakan untuk menghitung tekanan dalam pipa. Perhitungan dimensi pipa terurai sebagai berikut

**Tabel 5.** Dimensi Pipa Air Bersih

Lantai	Jalur	Q saluran	Dpasaran	V	Sisa tekan
		m <sup>3</sup> /dt	inch	m/dt	Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Pipa Tegak</b>					
	GWT - RWT	0.029	5	1.946	-4.039
<b>9 - 1</b>	S2	0.007	2 1/2	1.637	4.076
	S9	0.009	3	1.522	4.029
	S6	0.009	3	1.479	4.022
	S10	0.001	1	1.691	4.425
	S11	0.003	2	1.324	4.057
<b>Pipa Mendatar</b>					
<b>*) 9</b>	Shaft Ut - a	0.0100	4	1.056	0.518
	a - S10	0.0088	3	1.522	0.465
	a - S9	0.0012	1	1.691	0.643
	Shaft Ut - b	0.0120	4	1.269	0.547
	b - S6	0.0086	3	1.479	0.475
	b - S11	0.0035	2	1.324	0.523
	S11 - B	0.0035	2	1.324	0.558
	S6 - FC	0.0011	1	1.516	0.554
	S9 - FC	0.0007	1	1.050	0.499
<b>2, 4, 6, 8</b>	S7 - B	0.0001	1/2	0.250	3.716
	S6 - FC	0.0011	1	1.516	3.804
	S5 - FC	0.0011	1	1.516	3.798
<b>3, 5, 7</b>	S8 - B	0.0004	1	1.124	3.517
	S6 - FC	0.0011	1	1.516	3.304
	S5 - FC	0.0011	1	1.516	3.298
<b>1</b>	S3 - LV	0.0001	1/2	0.250	3.914
	S4 - LV	0.0004	1/2	1.249	4.219

Sumber: Hasil Perhitungan

Perhitungan nilai Q didapat dari perbandingan jumlah alat plambing yang dilayani oleh jalur tersebut. Sehingga didapatkan besar Q untuk jalur shaft ut- a sebesar 0,001 m<sup>3</sup>/dt. Nilai kekasaran bahan pipa adalah 130, dengan asumsi kecepatan sebesar 2,0 m/dt lalu menggunakan persamaan 5. Didapatkan besar diameter sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 D &= \sqrt[2]{\frac{4 \times Q}{v \times \pi}} \\
 &= \sqrt[2]{\frac{4 \times 0,0100}{2,0 \times \pi}} \\
 &= 0.08 \text{ m} \approx 79,85 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Besar diameter hasil perhitungan disesuaikan dengan diameter yang ada dipasaran sehingga didapat diameter 114 mm atau 4 inch.

Kemudian dilakukan pengontrolan kecepatan menggunakan persamaan 6. Sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 V_{cek} &= \frac{Q}{1/4 \pi D^2} \\
 &= \frac{0,0100}{1/4 \pi \times 0,1099^2} \\
 &= 1,056 \text{ m/dt}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan pengontrolan tekanan yang terjadi pada pipa menggunakan persamaan 8. Dengan uraian sebagai berikut

Menggunakan persamaan 7. Besar nilai hilang tinggi tekan adalah

$$\begin{aligned}
 H_f &= \frac{10,666 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,85}} \times L \\
 &= \frac{10,666 \times 0,0100^{1,85}}{130 \times 0,1099^{4,85}} \times 57,59 \\
 &= 0,676 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dan nilai sisa tekan adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Sisa Tekan} &= \Delta H + H_f \\
 &= 4,5 + 0,676 \\
 &= 5,176 \text{ mH}_2\text{O} \approx 0,518 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

**Dimensi Pipa Air Limbah**

Menggunakan metode Unit Beban Alat Plambing penentuan dimensi Pipa Air Limbah mendapatkan hasil sebagai berikut

**Tabel 6.** Dimensi Pipa Air Kotor

Alat Plambing	Jenis pipa	UAP	Akumulasi UAP	Diameter Perangkap Minimum	Ukuran Pipa dipakai	Ukuran Pipa dipasaran	Kemiringan
				mm	mm	Inch	
<b>Urinoir</b>	Mendatar	12	12	50	75	2 1/2	2%
<b>Kloset Duduk</b>	Mendatar	28	40	75	100	4	2%
<b>Kloset Jongkok</b>	Mendatar	8	48	75	75	2 1/2	2%
	Tegak		48	75	150	6	

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 7. Dimensi Pipa Air Bekas

Alat Plambing	Jenis pipa	UAP	Akumulasi UAP	Diameter Perangkap Minimum	Ukuran Pipa dipakai	Ukuran Pipa dipasaran	Kemiringan
				mm	mm	Inch	
Lavatory	Mendatar	7	7	32	65	2 1/2	1%
Floor Drain	Mendatar	5	12	50	50	2	1%
Kitchen Sink	Mendatar	3	15	45	45	1 1/2	1%
	Tegak		15	32	100	4	

Sumber: Hasil Perhitungan

### Dimensi Pipa Vent

Menggunakan metode Unit Beban Alat Plambing dengan mengacu pada tabel 3 didapatkan dimensi pipa vent sebagai berikut

Tabel 8. Dimensi Pipa Vent

Alat Plambing	Kum. UAP	ØLimbah	L Maks	ØVent	ØPakai
		mm	m	mm	inch
Urinoir	12	75	8	50	2
Kloset Duduk	28	100	18	65	2 1/2
Kloset Jongkok	16	75	17	50	2
Lavatory	6	65	14	50	2
Floor Drain	2.5	50	14	40	1 1/4
Kitchen Sink	3	45	14	32	1
		100	18	65	2 1/2

Sumber: Hasil Perhitungan

### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut

- 1) Perhitungan kebutuhan air bersih mendapatkan hasil dengan besar 312,960 m<sup>3</sup>/hr dengan debit pada menit puncak sebesar 3,48 m<sup>3</sup>/mnt.
- 2) Perhitungan dimensi pipa air bersih mendapati besar diameter dengan rentang 1/2 inch sampai 5 inch.
- 3) Ukuran diameter pipa air kotor dengan rentang 2 1/2 inch – 6 inch dan diameter pipa air bekas dengan rentang 1 1/2 inch – 4 inch, sedang pipa vent dengan besar diameter dengan rentang 1 inch – 2 1/2 inch.
- 4) Biaya perencanaan sistem instalasi air bersih dan air kotor Gedung Kuliah Bersama Universitas Negeri Malang sebesar Rp3.562.235.000,00.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suhardiyanto. 2016. *Perancangan Sistem Plambing Instalasi Air Bersih Dan Air Buangan Pada Pembangunan Gedung Perkantoran Bertingkat Tujuh Lantai*. Jurnal Teknik Mesin. 5 (3)
- [2] Hermansyah, M. R., Pratama. Y., dkk. 2016. *Perencanaan Sistem Instalasi Plambing Air Buangan*

- [3] Putra. D. A., Pratama. Y., dkk. 2015. *Perencanaan Sistem Instalasi Plambing Air Bersih Gedung Park View Hotel*. Jurnal Teknik Lingkungan. 3 (2)
- [4] Noerbambang, S. M., & Morimura, T. 2005. *Perencanaan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*. Jakarta: Pradnya Paramita
- [5] Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-7065-2005. (2005). *Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [6] Standar Nasional Indonesia (SNI) 7509:2011. (2011). *Tata Cara Perencanaan Teknik Jaringan Distribusi Dan Unit Pelayanan Sistem Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional