

Journal homepage: <http://jos-mrk.polinema.ac.id/> ISSN: 2722-9203 (media online/daring)

PERENCANAAN SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH DAN PENGOLAHAN AIR BUANGAN PADA PEMBANGUNAN RSUD KRIAN KABUPATEN SIDOARJO

Rahma Tasya Sahila¹, Ratih Indri Hapsari², Moh. Charits³,

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³

Email: rahma.tasyasahila@gmail.com¹, ratih@polinema.ac.id², mohcharits2021@gmail.com³

ABSTRAK

Plumbing rumah sakit merupakan salah satu sistem pengolahan air pada bangunan rumah sakit yang mengatur tentang pemasangan sebuah pipa tangki, serta peralatan lainnya. Sistem air bersih pada RSUD Krian ini mengatur penyediaan air bersih dan pengolahan air buangan agar tidak mencemari lingkungan sekitar. Air bersih merupakan kebutuhan yang tidak dapat dilepaskan dari kegiatan di rumah sakit, namun mengingat bahwa rumah sakit merupakan tempat tindakan dan perawatan orang sakit maka kualitas dan kuantitasnya perlu dipertahankan setiap saat agar tidak mengakibatkan sumber infeksi baru bagi penderita. Perencanaan yang dibuat sesuai dengan standard dan peraturan yang ditetapkan menjadi pedoman untuk perencanaan pada rumah sakit. RSUD Krian merupakan bangunan yang terdiri dari 4 lantai. Kebutuhan air bersih yang dihitung berdasarkan jumlah penghuni dengan kebutuhan air sebesar 130,063 m³/hari. Dimensi pipa air bersih yang digunakan berkisar antara 1 ¼ inch – 3 inch, dimensi air panas berkisar antara ½ inch – 1 ¼ inch, dimensi pipa air kotor berkisar antara 3 inch – 4 inch, dimensi pipa air olahan berkisar antara 1 ½ inch - ½ inch. Kapasitas volume *Ground Water Tank* sebesar 56 m³, kapasitas volume *Roof Tank* sebesar 30 m³. Kapasitas volume *Ground Water Tank* air olahan sebesar 18 m³, kapasitas volume *Roof Tank* air olahan sebesar 9 m³, kapasitas volume *Septic Tank* sebesar 40 m³, dan volume IPAL sebesar 35 m³. Biaya yang dibutuhkan untuk perencanaan plumbing RSUD Krian adalah sebesar Rp 2.624.982.836,28,-

Kata kunci : sistem plumbing, air bersih, air kotor

ABSTRACT

Hospital plumbing is one of the water treatment systems in hospital buildings that regulates the installation of a tank pipe, as well as other equipment. The clean water system at the Krian Hospital regulates the provision of clean water and waste water treatment so as not to pollute the surrounding environment. Clean water is a necessity that cannot be separated from activities in the hospital, but considering that a hospital is a place of action and treatment of sick people, the quality and quantity need to be maintained at all time so as not to cause new sources of infection for sufferers. Planning made in accordance with established standards and regulations becomes a guideline for planning in hospitals. RSUD Krian is a building consisting of 4 floors. Clean water needs are calculated based on the number of residents with a water requirement of 130,063 m³/day. The dimensions of the clean water pipes used range from 1 ¼ inch – 3 inches, the dimensions of the hot water range from ½ inch – 1¼ inch, the dimensions of the dirty water pipe range from 3 inches – 4 inches, and the dimensions of the treated water pipe range from 1½ inch - ½ inch. The volume capacity of the Ground Water Tank is 56 m³, the volume capacity of the Roof Tank for treated water is 9 m³, the volume capacity of the Septic Tank is 40 m³, and the WWTP volume is 35 m³. The cost required for planning the plumbing of RSUD Krian is Rp 2.624.982.836,28,-

Keywords : plumbing system, clean water, dirty water

1. PENDAHULUAN

Rumah Sakit merupakan suatu sarana untuk memberikan fasilitas kesehatan pada masyarakat. Menurut undang – undang RI No. 44 tahun 2009, Rumah Sakit merupakan institusi pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna yang

menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan, dan gawat darurat. Salah satu bagian penting untuk menciptakan rasa nyaman pada rumah sakit adalah sistem pendistribusian air bersih dan pengolahan air limbah yang baik. Perencanaan sistem plumbing pada rumah sakit tentu berbeda dengan bangunan gedung bertingkat biasa. Pada sistem plumbing

rumah sakit pasti akan lebih kompleks dikarenakan fungsi bangunan yang juga lebih kompleks. RSUD Krian merupakan sebuah Rumah Sakit tipe C yang terdiri dari empat lantai yang memiliki fungsi berbeda-beda dengan luasan 17.013,89 m². Rumah sakit ini terletak pada Jl. Bibis Bunder, Tambak Kamerakan, Kec. Krian, Kab. Sidoarjo. Alasan dibangunnya RSUD ini adalah dikarenakan jauhnya akses ke RSUD Sidoarjo bagi warga Krian.

Adapun tujuan dari perencanaan ini yaitu untuk mengetahui jaringan air bersih dan air kotor yang digunakan, sehingga harus direncanakan dengan sistem yang baik dan memenuhi standar kebutuhan air, dimensi pipa, kebutuhan pompa, air buangan yang dihasilkan, serta rencana anggaran biaya yang dibutuhkan.

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**.

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

- 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 (l/jam)

Qd = pemakaian air rata-rata (l/hari)

t = pemakaian rata-rata (jam/hari)

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

$$Q_{h\text{-maks}} = C_1 \cdot Q_h \quad (3)$$

Dengan C₁ memiliki nilai antara 1,5 – 2,0

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

$$Q_{m\text{-maks}} = C_2 \cdot Q_h \quad (4)$$

Dengan C₂ memiliki nilai antara 3,0 – 4,0

B. Dimensi pipa air bersih

Menentukan dimensi pipa pada sistem penyediaan air bersih dapat digunakan metode hidrolik. Dalam metode ini, perhitungannya akan dilakukan untuk sistem perpipaan pada

setiap potongan pipa. Beberapa hal yang harus ditentukan untuk mendapatkan diameter pipa yaitu panjang pipa, kecepatan asumsi aliran dan debit pengaliran

Rumus penentuan dimensi pipa dapat dilihat seperti dibawah ini : (Askarin, Sutikno, dan Naibaho 2021) :

Perhitungan dimensi pipa menggunakan **persamaan 5**.

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

Pengecekan kecepatan aliran menggunakan **persamaan 6**.

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

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 dan Vent

Penentuan dimensi pipa air limbah menggunakan metode unit beban alat plambing. Berikut langkah-langkah penentuan dimensi pipa air limbah dan vent.

1. Menentukan daerah atau jalur tiap sistem pada ruang saniter.
2. Menentukan besar unit beban alat plambing (UAP).
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.
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.

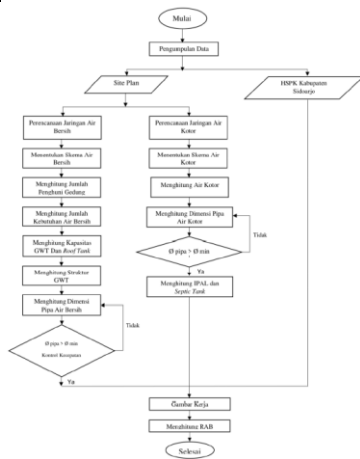
D. Rencana Anggaran Biaya

Metode yang digunakan dalam menyusun anggaran biaya menggunakan standar dari Permen PUPR 28-2016.

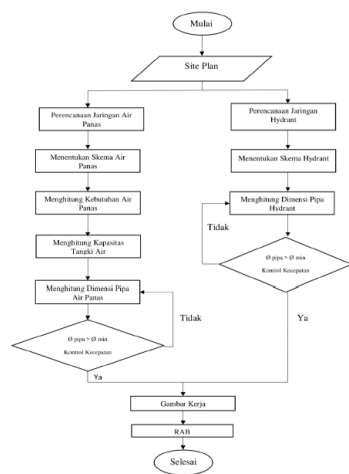
Berikut alur penyusunan anggaran biaya:

1. Menghitung volume pekerjaan atau *Bill Of Quantity*.
2. Menghitung Harga Satuan Pekerjaan (HSP).
3. Membuat Rencana Anggaran Biaya (RAB).
4. Membuat rekapitulasi biaya.

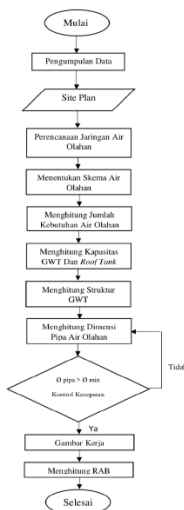
Berikut merupakan beberapa diagram alir pada perencanaan sistem air bersih dan pengolahan air buangan pada RSUD Krian:



Gambar 1. Diagram Alir Air Bersih dan Air Kotor



Gambar 2. Diagram Alir Air Panas dan Hydrant

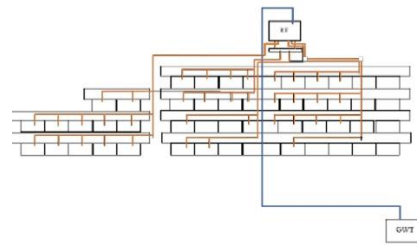


Gambar 3. Diagram Alir Air Olahan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menurut analisis dan perhitungan yang dilakukan dengan beberapa tahap diketahui seperti yang tertera di bawah ini :

Kebutuhan Air Bersih Gedung



Gambar 4. Skema Air Bersih

Didapatkan jumlah penghuni gedung sesuai dengan tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Penghuni Gedung dan Kebutuhan Air Bersih

Jenis Penghuni	Jumlah Penghuni	Kebutuhan Air (liter/org)	Jml Kebutuhan Air (liter)
Pasien Rawat Inap	172	300	51695.1015
Kelurga Pasien	172	160	27570.7208
Rawat Jalan	175	5	875
Staff	416	120	49922.43502
Total			130063.2573

Sumber: Hasil Perhitungan

Menggunakan persamaan 1 untuk menghitung besar kebutuhan air per hari pada gedung. Dengan uraian sebagai berikut:

a. Kebutuhan air pasien rawat inap

$$Q_d = \sum \text{Penghuni} \times \text{Keb. Air/Org/hr} \\ = 172 \text{ orang} \times 300 \text{ l} \\ = 51695,102 \text{ liter}$$

b. Kebutuhan air keluarga pasien

$$Q_d = \sum \text{Penghuni} \times \text{Keb. Air/Org/hr} \\ = 172 \text{ orang} \times 160 \text{ l} \\ = 27570,721 \text{ liter}$$

c. Kebutuhan air pasien rawat jalan

$$Q_d = \sum \text{Penghuni} \times \text{Keb. Air/Org/hr} \\ = 175 \text{ orang} \times 5 \text{ l} \\ = 875,000 \text{ liter}$$

d. Kebutuhan air staff

$$Q_d = \sum \text{Penghuni} \times \text{Keb. Air/Org/hr} \\ = 416 \text{ orang} \times 120 \text{ l} \\ = 49922,435 \text{ liter}$$

Dari hasil kebutuhan air bersih di atas, sehingga didapatkan kebutuhan air bersih total sebsar:

$$Q_{d \text{ total}} = \sum \text{Kebutuhan air bersih penghuni} \\ = 51695,102 + 875,000 + 27570,721 + 49922,435 \\ = 130063,257 \text{ liter} + 20\% \text{ (kebocoran, dll)} \\ = 156075,909 \text{ liter atau } 156,076 \text{ m}^3 / \text{hari}$$

Diasumsikan jangka waktu penggunaan air bersih adalah 10 jam. Dengan menggunakan **persamaan 2**, maka didapatkan kebutuhan air rata-rata sebesar:

Debit air pada jam puncak menggunakan **persamaan 3**, dengan uraian sebagai berikut:

$$Q_{h\text{-maks}} = C_1 \cdot Q_h$$

$$= 2 \times 15,608 = 31215,182 \text{ liter/jam}$$

$$= 31,215 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q_h = Q_d/T$$

$$= \frac{156075,909}{10 \text{ jam/hari}} = 15607,591 \text{ liter/jam atau } 15,608 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Sedangkan untuk debit air pada menit puncak menggunakan **persamaan 4**, sebagai berikut:

$$Q_{m\text{-maks}} = C_2 \cdot Q_h$$

$$= 4 \frac{15607,591}{60} = 10040,506 \text{ liter/menit}$$

$$= 10,405 \text{ m}^3/\text{menit}$$

Tabel 2. Dimensi Pipa Air Bersih

Letak	Node	Q saluran (m3/detik)	C	V asumsi (m/detik)	D pasaran (mm)	Hf (m)	Sisa Tekan	
							mH ₂ O	kg/cm ²
RT - Lt 4	Shaft	0.0087	130	2	90	0.0560	2.195	0.220
	Shaft	0.0087	130	2	90	0.5887	1.606	0.161
	Shaft	0.0087	130	2	90	0.0510	3.670	0.367

Sumber: Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan dari nilai Q berasal dari perbandingan jumlah alat plambing yang dilayani oleh jalur pipa tersebut. Sehingga Q yang didapatkan pada jalur shaft sebesar 0,0087 m³/detik. Nilai kekasaran bahan pipa sebesar 130, dengan asumsi kecepatan aliran sebesar 2,0 m/detik. Sehingga menggunakan **persamaan 5**, didapatkan besar diameter sebagai berikut:

$$D = \sqrt[2]{\left(\frac{4xQ}{v \times \pi}\right)}$$

$$= \sqrt[2]{\left(\frac{4x0,0087}{2 \times \pi}\right)}$$

$$= 0,0743 \text{ m} \approx 74 \text{ mm}$$

Diameter yang didapatkan dari hasil perhitungan harus disesuaikan dengan diameter yang ada dipasaran. Sehingga diameter yang digunakan sebesar 90 mm atau 3 inch.

Kemudian dilakukan pengontrolan kecepatan menggunakan **persamaan 6**, sebagai berikut:

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

$$= \frac{0,008}{1/4\pi 0,0654^2}$$

$$= 2,581 \text{ m/dt}$$

Selanjutnya melakukan pengontrolan tekanan yang terjadi pada pipa menggunakan **persamaan 7**, dengan uraian sebagai berikut:

Menggunakan **persamaan 7**, besar nilai hilang tinggi tekan adalah sebesar:

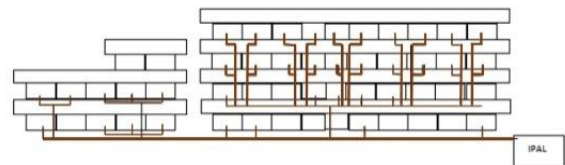
$$H_f = \frac{10,666 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times 0^{4,85}} \times L$$

$$= \frac{10,666 \times 0,008^{1,85}}{130^{1,85} \times 0,0654^{4,85}} \times 2,251$$

$$= 1,8396 \text{ m}$$

Dari perhitungan tersebut, maka besar hilang tekan pada pipa shaft tegak menuju pipa shaft mendatar sebesar 1,839 m.

Dimensi Pipa Air Limbah



Gambar 5. Skema Air Limbah

Menghitung dimensi pipa air limbah menggunakan metode Unit Beban Alat Plumbing. Sehingga penentuan dimensi Pipa Air Limbah didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Dimensi Pipa Air Kotor Closet

Lantai	Total UAP	Akumulasi UAP	Diameter Perangkap Minimum	Diameter Pipa Berdasarkan UAP Maksimum	Ukuran Pipa di Pakai	Ukuran Pipa di Pasaran		Kemiringan
			mm	mm	mm	inch	mm	
4	76	76	75	100	76	2.5"	75	2%
		76	80	100	89	3"	100	2%
3	116	116	75	100	76	2.5"	75	2%
		116	80	100	89	3"	100	2%
2	152	152	75	100	76	2.5"	75	2%
		152	80	100	89	3"	100	2%
1	144	144	75	100	76	2.5"	75	2%
		144	80	100	89	3"	100	2%

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4. Dimensi Pipa Air Kotor Urinoir

Lantai	Total UAP	Akumulasi UAP	Diameter Perangkap Minimum	Diameter Pipa Berdasarkan UAP Maksimum	Ukuran Pipa di Pakai	Ukuran Pipa di Pasaran		Kemiringan
			mm	mm	mm	inch	mm	mm
4	12	12	65	100	76	2.5"	75	2%
		12	80	100	100	3"	100	2%
3	20	20	65	100	76	2.5"	75	2%
		20	80	100	100	3"	100	2%

Sumber: Hasil Perhitungan

Dimensi Pipa Vent

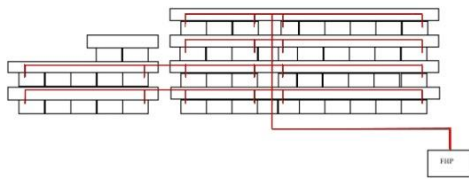
Menggunakan metode Unit Beban Alat Plumbing didapatkan dimensi pipa vent sebagai berikut:

Tabel 5. Dimensi Pipa Vent

Ukuran Pipa Pembuangan (mm)	Panjang Pipa Ven (m)	Ukuran Pipa Ven (mm)	Ukuran Pipa Ven di Pasaran	
			mm	inch
Pipa Ven Mendatar Air Kotor				
75		50	60	2"
Pipa Ven Tegak				
100		100	114	4"

Sumber: Hasil Perhitungan

Kebutuhan Air Panas Gedung



Gambar 6. Skema Air Panas

Menggunakan persamaan 1 untuk menghitung besar kebutuhan air panas pada gedung. Dengan uraian sebagai berikut:

$$Q_d = \sum \text{Penghuni} \times \text{Keb. Air/Org/hr}$$

$$= 172 \text{ orang} \times 130 \text{ l}$$

$$= 22401,211 \text{ lt/hr atau } 22,401 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Diasumsikan jangka waktu penggunaan air bersih adalah 10 jam. Dengan menggunakan persamaan 2, maka didapatkan kebutuhan air rata-rata sebesar:

Tabel 7. Dimensi Pipa Air Panas

Letak	Node	Q saluran (m ³ /detik)	C	V asumsi (m/detik)	D pasaran (mm)	Hf (m)	Sisa Tekan	
							mH ₂ O	kg/cm ²
RT - Lt 4	Shaft	0.0016	130	2	50	0.0595	3.206	0.321
	Shaft	0.0016	130	2	50	0.1439	3.063	0.306
	Shaft	0.0016	130	2	50	0.0628	6.466	0.647

Sumber: Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan dari nilai Q berasal dari perbandingan jumlah alat plumbing yang dilayani oleh jalur pipa tersebut. Sehingga Q yang didapatkan pada jalur shaft sebesar

Didapatkan jumlah kebutuhan air panas sesuai dengan tabel 6, sebagai berikut:

Tabel 6. Jumlah Kebutuhan Air Panas

Jumlah Air Panas Per Hari - Qd (Liter/hari)	Laju Aliran Air Panas Maksimum - Qh (Liter/jam)	Volume Tangki (liter)	Kapasitas Pemanas (kcal/jam)	Laju Aliran Pada Beban Puncak
22401.211	5600.303	3360.182		
m ³ /hari	Dalam liter/min	Dalam m ³		
	93.338			
	Dalam m ³ /jam		308016.646	8400.454
22.401	5.600	3.360		
	Dalam m ³ /detik			
	0.0016			

Sumber: Hasil Perhitungan

$$Q_h = \text{Kebutuhan air panas} \times 0,25$$

$$= 22,401 \times 0,25$$

$$= 5600 \text{ lt/jam}$$

Dimensi Pipa Air Panas

Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan Dimensi Pipa Air Panas pada tabel 7, sebagai berikut:

0,0016 m³/detik. Nilai kekasaran bahan pipa sebesar 130, dengan asumsi kecepatan aliran sebesar 2,0 m/detik.

Sehingga menggunakan persamaan 5, didapatkan besar diameter sebagai berikut:

$$D = \sqrt[2]{\left(\frac{4xQ}{v \times \pi}\right)}$$

$$= \sqrt[2]{\left(\frac{4x0,0016}{2 \times \pi}\right)}$$

$$= 0,0315 \text{ m} \approx 31,5 \text{ mm}$$

Diameter yang didapatkan dari hasil perhitungan harus disesuaikan dengan diameter yang ada dipasaran. Sehingga diameter yang digunakan sebesar 50 mm atau 1 ¼ inch. Kemudian dilakukan pengontrolan kecepatan menggunakan **persamaan 6**, sebagai berikut:

$$V_{cek} = \frac{Q}{\frac{1}{4\pi} D^2}$$

$$= \frac{0,0016}{\frac{1}{4\pi} 0,0334^2}$$

$$= 1,776 \text{ m/dt}$$

Selanjutnya melakukan pengontrolan tekanan yang terjadi pada pipa menggunakan **persamaan 7**, dengan uraian sebagai berikut:

Menggunakan **persamaan 7**, besar nilai hilang tinggi tekan adalah sebesar:

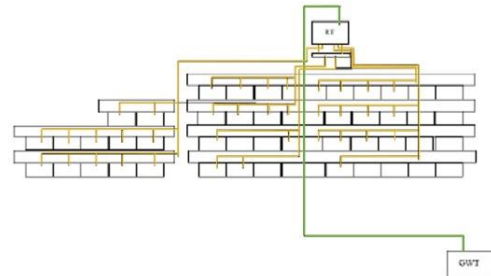
$$H_f = \frac{10,666 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times 0^{4,85}} \times L$$

$$= \frac{10,666 \times 0,0016^{1,85}}{130^{1,85} \times 0,050^{4,85}} \times 3,281$$

$$= 0,0595 \text{ m}$$

Dari perhitungan tersebut, maka besar hilang tekan pada pipa shaft tegak menuju pipa shaft mendatar sebesar 0,0595 m.

Kebutuhan Air Olahan Gedung



Gambar 7. Skema Air Olahan

Didapatkan jumlah kebutuhan air olahan sesuai dengan **tabel 8**, sebagai berikut:

Tabel 8. Air Olahan

Jumlah Hasil Air Per Hari (Qd) (Liter/hari)	Dalam m ³ /hari	Pemakaian Air Rata-Rata Sehari (Qh) (liter/jam)	Dalam m ³ /jam	Pemakaian Air Jam Puncak (m ³ /jam)	Pemakaian Air Menit Puncak (m ³ /menit)
35000	35.000			8.400	0.280
7000.000	+20%	4200.000	4.200	Dalam liter/jam	Dalam liter/menit
42000.000	42.000			8400.000	280.000

Sumber: Hasil Perhitungan

Menggunakan **persamaan 1** untuk menghitung jumlah air olahan pada gedung. Dengan uraian sebagai berikut:

a. Jumlah air olahan wastafel

$$Q_d = \sum \text{Alat Plambing} \times \text{Keb. Air/alat plambing} \times \text{penggunaan/jam}$$

$$= 51 \times 10 \times 8$$

$$= 4080 \text{ liter}$$

b. Jumlah air olahan floor drain

$$Q_d = \sum \text{Alat Plambing} \times \text{Keb. Air/alat plambing} \times \text{penggunaan/jam}$$

$$= 22 \times 42 \times 3$$

$$= 2772 \text{ liter}$$

c. Jumlah air olahan sink

$$Q_d = \sum \text{Alat Plambing} \times \text{Keb. Air/alat plambing} \times \text{penggunaan/jam}$$

$$= 3 \times 15 \times 9$$

$$= 405 \text{ liter}$$

$$\text{Total Jumlah Air Olahan} = 7572 + 7397 + 9538 + 10808$$

$$= 35000 \text{ liter} + 20\%$$

(kebocoran, dll)

$$= 42000 \text{ liter atau } 42,000 \text{ m}^3 / \text{hari}$$

Diasumsikan jangka waktu penggunaan air bersih adalah 10 jam. Dengan menggunakan **persamaan 2**, maka didapatkan kebutuhan air rata-rata sebesar:

$$Q_h = \frac{Q_d}{10 \text{ jam/hari}}$$

$$= \frac{42,000}{10 \text{ jam/hari}} = 4200 \text{ liter/jam}$$

$$= 4,200 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Debit air pada jam puncak menggunakan **persamaan 3**, dengan uraian sebagai berikut:

$$Q_{h-\text{maks}} = C_1 \cdot Q_h$$

$$= 2 \times 4,200 = 8400 \text{ liter/jam}$$

$$= 8,400 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Sedangkan untuk debit air pada menit puncak menggunakan **persamaan 4**, sebagai berikut:

$$Q_{m-\text{maks}} = C_2 \frac{Q_h}{60}$$

$$= 4 \frac{4,200}{60} = 280 \text{ liter/menit}$$

$$= 0,280 \text{ m}^3/\text{menit}$$

Dimensi Pipa Air Olahan

Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan dimensi pipa air olahan pada **tabel 9**, sebagai berikut:

Tabel 9. Dimensi Pipa Air Olahan

Letak	Node	Q saluran (m ³ /detik)	C	V asumsi (m/detik)	D pasaran (mm)	Hf (m)	Sisa Tekan	
							mH ₂ O	kg/cm ²
RT - Lt 4	Shaft	0.0023	130	2	50	0.0711	1.781	0.178
	Shaft	0.0023	130	2	50	0.7146	1.066	0.107
	Shaft	0.0023	130	2	50	0.0940	2.715	0.272

Sumber: Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan dari nilai Q berasal dari perbandingan jumlah alat plambing yang dilayani oleh jalur pipa tersebut. Sehingga Q yang didapatkan pada jalur shaft sebesar 0,0023 m³/detik. Nilai kekasaran bahan pipa sebesar 130, dengan asumsi kecepatan aliran sebesar 2,0 m/detik. Sehingga menggunakan persamaan 5, didapatkan besar diameter sebagai berikut:

$$D = \sqrt[2]{\left(\frac{4xQ}{v \times \pi}\right)}$$

$$= \sqrt[2]{\left(\frac{4x0,0023}{2 \times \pi}\right)}$$

$$= 0,0385 \text{ m} \approx 38,5 \text{ mm}$$

Diameter yang didapatkan dari hasil perhitungan harus disesuaikan dengan diameter yang ada dipasaran. Sehingga diameter yang digunakan sebesar 50 mm atau 1 ½ inch.

Kemudian dilakukan pengontrolan kecepatan menggunakan persamaan 6, sebagai berikut:

$$V_{cek} = \frac{Q}{\frac{1}{4\pi} D^2}$$

$$= \frac{0,0023}{\frac{1}{4\pi} 0,0362^2}$$

$$= 2,267 \text{ m/dt}$$

Selanjutnya melakukan pengontrolan tekanan yang terjadi pada pipa menggunakan persamaan 7, dengan uraian sebagai berikut:

Menggunakan persamaan 7, besar nilai hilang tinggi tekan adalah sebesar:

$$H_f = \frac{10,666 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times 0^{4,85}} \times L$$

$$= \frac{10,666 \times 0,0023^{1,85}}{130^{1,85} \times 0,050^{4,85}} \times 3,281$$

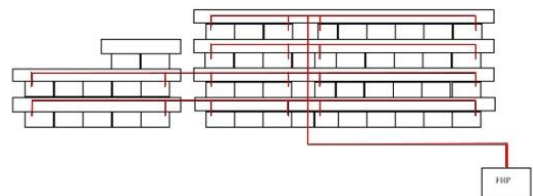
$$= 0,0941 \text{ m}$$

Dari perhitungan tersebut, maka besar hilang tekan pada pipa shaft tegak menuju pipa shaft mendatar sebesar 0,0941 m.

Kebutuhan Air Hydrant Gedung

Debit air untuk hydrant diperoleh dari spesifikasi pompa hydrant yang dipakai. Untuk Rumah Sakit tipe C memakai spesifikasi pompa hydrant yang memiliki tenaga 1 FHP atau sama dengan 500 gpm. Sehingga debit air yang didapatkan yaitu sebesar 0,032 m³/detik.

Dimensi Pipa Hydrant



Gambar 8. Skema Hydrant

Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan dimensi pipa air olahan pada tabel 10, sebagai berikut:

Tabel 10. Dimensi Pipa Hydrant

Letak	Q saluran (m ³ /detik)	C	V asumsi (m/detik)	D pasaran (mm)	Tebal pipa (mm)	Hf (m)
GWT - Lt 1	0.032	120	2	165.2	7.100	0.3998
	0.032	120	2	165.2	7.100	1.1051
	0.032	120	2	165.2	7.100	0.0799

Sumber: Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan dari nilai Q berasal dari perbandingan jumlah alat plambing yang dilayani oleh jalur pipa tersebut. Sehingga Q yang didapatkan pada jalur shaft sebesar 0,0032 m³/detik. Nilai kekasaran bahan pipa sebesar 120, dengan asumsi kecepatan aliran sebesar 2,0 m/detik. Sehingga menggunakan persamaan 5, didapatkan besar diameter sebagai berikut:

$$D = \sqrt[2]{\left(\frac{4xQ}{v \times \pi}\right)}$$

$$= \sqrt[2]{\left(\frac{4x0,0032}{2 \times \pi}\right)}$$

$$= 0,1417 \text{ m} \approx 141,732 \text{ mm}$$

Diameter yang didapatkan dari hasil perhitungan harus disesuaikan dengan diameter yang ada dipasaran. Sehingga diameter yang digunakan sebesar 165,2 mm atau 6 inch.

Kemudian dilakukan pengontrolan kecepatan menggunakan persamaan 6, sebagai berikut:

$$V_{cek} = \frac{Q}{\frac{1}{4\pi} D^2}$$

$$= \frac{0,0032}{\frac{1}{4\pi} 0,151^2}$$

$$= 1,762 \text{ m/dt}$$

Selanjutnya melakukan pengontrolan tekanan yang terjadi pada pipa menggunakan persamaan 7, dengan uraian sebagai berikut:

Menggunakan **persamaan 7**, besar nilai hilang tinggi tekan adalah sebesar:

$$H_f = \frac{10,666 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times 0^{4,85}} \times L$$

$$= \frac{10,666 \times 0,0032^{1,85}}{120^{1,85} \times 0,165^{4,85}} \times 24,474$$

$$= 0,399 \text{ m}$$

Dari perhitungan tersebut, maka besar hilang tekan pada pipa shaft tegak menuju pipa shaft mendatar sebesar 0,399 m.

Anggaran Biaya

Perhitungan rencana anggaran dimaksudkan untuk menentukan total biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan sistem air bersih dan air limbah. **Tabel 11** menunjukkan item pekerjaan dari perencanaan instalasi air bersih dan air limbah pada gedung *RSUD Krian* beserta dengan biayanya. Total biaya anggaran adalah Rp 2.624.982.836,28.

Tabel 11. Rekapitulasi Anggaran Biaya

No	Uraian	Jumlah Harga (Rp)
I	Pekerjaan Pipa Air Bersih	923,621,111.45
II	Pekerjaan Pipa Air Panas	77,976,913.26
III	Pekerjaan Pipa Air Kotor	185,158,660.42
IV	Pekerjaan Pipa Air Olahan	175,250,716.92
VI	Pekerjaan Pipa Hydrant	1,024,340,630.93
Total Harga Pekerjaan		2,386,348,032.98
Pajak Pertambahan Nilai (PPN) 10%		238,634,803.30
Jumlah Harga Pekerjaan		2,624,982,836.28
Dibulatkan		2,624,982,836.28

Sumber: Hasil Perhitungan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Perhitungan kebutuhan air bersih mendapatkan hasil dengan sebesar 156,076 m³ / hari.
- 2) Dimensi pipa air bersih menghasilkan diameter 1 ¼” – 3” .
- 3) Ukuran diameter pipa air kotor sebesar 4”, dan diameter air bekas sebesar 3” – 4”, dan diameter pipa *vent* sebesar 2” – 4”.
- 4) Perhitungan kebutuhan air panas mendapatkan hasil dengan sebesar 22,401 m³/hr.
- 5) Dimensi pipa air panas menghasilkan diameter ½ “ – 1 ½” .
- 6) Perhitungan kebutuhan air olahan mendapatkan hasil dengan sebesar 42,000 m³/hr
- 7) Dimensi pipa air olahan menghasilkan diameter ½ “ – 1 ½” .

- 8) Dimensi pipa air *hydrant* menghasilkan diameter 4” – 6” .
- 9) Biaya perencanaan sistem instalasi plambing sebesar Rp 2.624.982.836,28.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aldy, ZE. 2011. Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan Sistem Biofilter Anaerob Aerob pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan. In *Seri Sanitasi Lingkungan*. 24:1-93.
- [2] Arbana, Ilham. 2017. "ANALISA RENCANA ANGGARAN BIAYA TERHADAP PELAKSANAAN PEKERJAAN PERUMAHAN DENGAN MELAKUKAN PERBANDINGAN PERHITUNGAN HARGA SATUAN BAHAN BERDASARKAN SURVEY LAPANGAN."
- [3] Askarin, Iqbal, Sutikno Sutikno, dan Armin Naibaho. 2021. "PERENCANAAN JARINGAN PIPA AIR BERSIH DAN AIR KOTOR PEMBANGUNAN GEDUNG GUEST HOUSE EXINDO GRUP." *Jurnal JOS-MRK 2 (3):287-91*.
- [4] Badan Standar Nasional 03-7065. 2005. "Tata cara perencanaan sistem plambing." *Badan Standar Nasional*, no. SNI 03-7065-2005: 23.
- [5] Fathurrohman, A A. 2012. "Jaringan Suplai Air Bersih PDAM Tirta Pakuan Akhmad Aziz Fathurrohman Fakultas Teknologi Pertanian 2012 Study on Headloss in Pipe Distribution of PDAM Tirta Pakuan Water Supply Network."
- [6] Kemenkes, 2019. "Permenkes 7 Tahun 2019." *Menteri Kesehatan RI*.
- [7] Kemenkes RI. 2016. "Peraturan Menteri Kesehatan No 24 Tahun 2016." *Petunjuk Teknis Penggunaan Dana Alokasi Khusus Nonfisik Bidang Kesehatan Tahun Anggaran 2017*.
- [8] Noerbambang, Soufyan M, dan Takeo Morimura. 2005. *PERANCANGAN DAN PEMELIHARAAN SISTEM PLAMBING*. 9 ed. Bandung: PT Pradnya Paramita.
- [9] Suhardiyanto. 2016. "PERANCANGAN SISTEM PLAMBING INSTALASI AIR BERSIH DAN AIR BUANGAN PADA PEMBANGUNAN GEDUNG PERKANTORAN BERTINGKAT TUJUH LANTAI." *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*. Vol. 05.
- [10] Suhono, Andreas. 2011. KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM BADAN PEMBINAAN KONSTRUKSI SATUAN KERJA PUSAT PELATIHAN JASA KONSTRUKSI. Kementerian Pekerjaan Umum.