

PERENCANAAN SISTEM AIR BERSIH DAN AIR BUANGAN PADA PEMBANGUNAN APARTEMEN PRAVARA SUITES MALANG

Achmad Riftama Syukroni^{1*}, Moh. Charits², Medi Efendi³

Mahasiswa D-IV Manajemen Rekayasa Kontruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang^{2,3}

Email: riftama98@gmail.com¹, mohcharits@hotmail.com², medipolinema@gmail.com³

ABSTRAK

Apartemen Pravara Suites Malang adalah gedung apartemen 10 lantai dengan luas total 14000 m². Salah satu bagian penting dari suatu gedung adalah sistem penyediaan air bersih (air minum) dan juga penyaluran air buangan. Tujuan dari skripsi ini adalah untuk merencanakan sistem pengaliran supaya mampu memenuhi kebutuhan air bersih (air minum) untuk setiap penghuni apartemen dan merencanakan sistem pendistribusian air buangan menuju tempat pengolahan khusus dengan lancar. Data yang dibutuhkan pada pengerjaan skripsi ini adalah gambar proyek, dan daftar harga satuan kota Malang 2019. Dari data yang telah direncanakan maka didapatkan hasil sebagai berikut: Jumlah kebutuhan air bersih gedung per hari 273 m³/hari ; volume ground water tank sebesar 73 m³ ; volume rooftank sebesar 30 m³ ; kapasitas pompa transfer sebesar 36 m³/jam ; kapasitas pompa booster sebesar 7,569 m³/jam ; dimensi pipa transfer 3" ; dimensi pipa utama dan cabang (air bersih) 3", 3/4", 1 1/2", 2", 1/2" ; kapasitas air buangan 207,7 m³ ; dimensi unit pengolahan air limbah adalah diameter tabung sebesar 3,5 m dan panjang 5,5 m ; total biaya pekerjaan adalah sebesar Rp. 5.276.592.000,- ; penjadwalan pekerjaan dilakukan selama 90 hari.

Kata kunci : air bersih, air buangan, penjadwalan

ABSTRACT

Pravara Suites Apartment Malang is a 10 floors building with 14,000 m² building area. One of the important parts building is the clean water (POTABLE) supply system and also the distribution of waste water to processing unit. The purpose of this thesis is to design a distribution of clean water (POTABLE) system able to meet the needs of clean water for each apartment occupant and design a system for distribute waste water to special processing sites smoothly. The required data were of shop drawings of the project, work unit price of Malang 2019. From the planned data, the following results are obtained: Total clean water needs per day 273 m³/day; Ground water tank volume of 73 m³; A rooftank volume of 30 m³; Transfer pump capacity of 36 m³/hour; Booster pump capacity of 7.569 m³/hour; 3 "Transfer pipe dimensions; Main and branch pipe dimensions (Clean water) 3", 3/4", 1 1/2", 2", 1/2"; Waste water capacity of 207.7 m³; The dimensions of wastewater treatment unit is a cylinder diameter of 3.5 m and a length of 5.5 m; Total cost of work is Rp. 5,276,592,000,-; Job scheduling is done for 90 days.

Keywords : clean water, waste wate, scheduling

1. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari, manusia pastinya akan selalu menggunakan air untuk keperluannya tanpa terkecuali. Dalam beberapa akhir ini air selalu menjadi permasalahan dalam pengelolaannya terutama dikota yang memiliki jumlah penduduk yang cukup banyak baik dari penduduk tetap maupun pendatang dari kota-kota lain salah satunya di kota Malang. Dampak lain yang terjadi seiring bertambahnya penduduk adalah semakin dibutuhkannya bangunan tempat tinggal atau hunian sebagai salah satu pemecahan

masalahnya. Salah satunya adalah Pembangunan Apartemen Pravara Suites Malang. Dengan demikian pembangunan Apartemen harus direncanakan dengan matang dan memenuhi standar yang sudah ditetapkan. Salah satu perencanaan yang disebutkan adalah perencanaan instalasi air bersih dan air buangan sebagai hal yang paling diutamakan sebagai fasilitas penunjang. Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh oleh Pastia Malino (2018) yang berjudul "Perencanaan Sistem Air

Bersih dan Air Buangan Pembangunan Tower A Apartemen Puncak Merr Di Kota Surabaya”.

Tujuan penelitian yang dilakukan penulis pada pembangunan apartemen Pravara Suites Malang ini adalah untuk menentukan perencanaan sistem air bersih, menentukan sistem air buangan, menentukan pengolahan air buangan, mengetahui rencana anggaran biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan instalasi sistem air bersih dan air buangan serta mengetahui durasi pekerjaan sistem air bersih dan air buangan.

2. METODE

Tahap pengolahan data pada perencanaan ini terdiri dari beberapa langkah, yaitu:

A. Perencanaan Sistem Air Bersih

perencanaan sistem air bersih dilaksanakan dengan delapan langkah yaitu:

- 1) Menentukan Sumber Air bersih
- 2) Menentukan sistem jaringan air bersih

Dalam merencanakan sistem jaringan air bersih ditentukan dengan menggunakan gambar rencana yang diperoleh. Pada perancangan ini digunakan sistem *down feed*

- 3) Menghitung kebutuhan air bersih gedung
- 4) Menghitung kapasitas ground reservoir (tangki air bawah)

Rumus yang digunakan dalam menghitung kapasitas ground reservoir adalah:

$$VR = Qd - (Qs \times T)$$

Keterangan:

- Qd = Jumlah kebutuhan air per hari (m³/jam)
 Qs = Kapasitas pipa dinas (m³/jam)
 T = Jangka waktu rata-rata pemakaian air dalam satu hari (jam)

Setelah *volume ground water* tank dihitung kemudian dapat ditentukan untuk dimensinya yang mencakup : panjang (m), lebar (m) dan tinggi (m)

- 5) Menghitung kapasitas roof tank (tangki air atas)

Rumus yang digunakan untuk perhitungan *volume roof tank* adalah:

$$V_E = [(Q_P - Q_h \text{ maks})T_p + (Q_{pu} \times T_{pu})]$$

Keterangan:

- Ve = volume tangki air atas (m³)
 Qp = kebutuhan puncak (m³/menit) = Qm-max
 Qh-maks = kebutuhan jam puncak (m³/menit)
 Qpu = kapasitas pompa pengisi (m³/menit)
 Tp = jangka waktu kebutuhan (menit)
 Tpu = jangka waktu pengisian (menit)

Setelah *volume roof tank* dihitung kemudian dapat ditentukan untuk dimensinya yang mencakup: panjang (m) lebar (m) dan tinggi (m)

- 6) Menghitung dimensi pipa air bersih

Rumus untuk menghitung dimensi pipa air bersih dapat dilihat sebagai berikut :

$$\text{Diameter pipa (D)} = \sqrt[2]{\frac{4 \times Q}{v \times \pi}}$$

Keterangan:

- D = Diameter pipa m
 Q = Debit pengaliran (m³/jam)
 V = Kecepatan pengaliran (m/jam)

Diameter yang telah dihitung nantinya disesuaikan dengan diameter pipa dipasaran, apabila hasil perhitungan tidak ada yang sama dilapangan maka bisa digunakan pipa yang lebih mendekati / diatasnya.

- 7) Menghitung head dan jenis pompa serta perhitungan daya pompa

Menentukan asumsi kecepatan pengaliran (v) Pada umumnya kecepatan pengaliran berkisar antara 0,3 m/detik hingga 2,5 m/detik. Ditentukan debit pengaliran seperti berikut:

$$Q = \frac{\text{Volume Roof Tank}}{\text{Waktu pemompaan}}$$

Dihitung diameter pipa pengaliran

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

Kecepatan pengaliran yang sebenarnya

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

Menghitung Head statis (Hstatis)

Dalam menghitung Head statis dapat ditentukan dari: Jarak antar muka air pada bak air bawah (*Ground Water Tank*) terhadap bak air atas (*Roof Tank*). Jarak dari muka air pada pada bak air bawah (*Ground Water Tank*) hingga titik tertinggi yang pernah dicapai oleh air.

Menghitung Head Sistem (Hsistem)

menggunakan rumus: Hsistem = Hf mayor + Hf minor. Menghitung Head total pompa

$$H_{total} = H_{sistem} + H_{statis}$$

Menentukan jenis pompa melalui grafik tipe pompa dengan debit (Q) dan head pompa (Hpompa) yang telah dihitung, maka penentuan jenis pompa dapat ditentukan menggunakan grafik tipe pompa *Grundfor*.

Menghitung daya pompa (Whp) menggunakan

$$Whp = \rho \times g \times Q \times Hp$$

Keterangan:

Whp = Daya pompa (watt)

ρ = Berat air per satuan volume (1000 kg/m³)

g = percepatan gravitasi (9,81 m3/detik)

Q = Debit air (m³/detik)

Hp = Head pompa (m)

8) Menghitung kapasitas pomp *booster*

Dalam menghitung kapasitas pomp booster yaitu dengan menghitung terlebih dahulu pemakaian air rata-rata (Qd) untuk 3 lantai teratas, kemudian dihitung kebutuhan air bersih pada jam puncak (Qm-maks). Maka kebutuhan ada jam puncak (Qm-maks) tersebut yang menjadi kapasitas dari pomp booster.

B. Perencanam Sistem Air Buangan Dan Pengelolaan Air Bekas

Dalam perencanam sistem air buangan pada Apartemen Suite Malang dengan beberapa tahap yaitu: menentukan alat saniter, penentuan dimensi pipa air buangan, sistem jaringan pipa air buangan dan ven, menghitung Debit Limbah, penentuan Kapasitas STP dan *Septictank* serta pengelolaan Air Bekas (*grey wcter*)

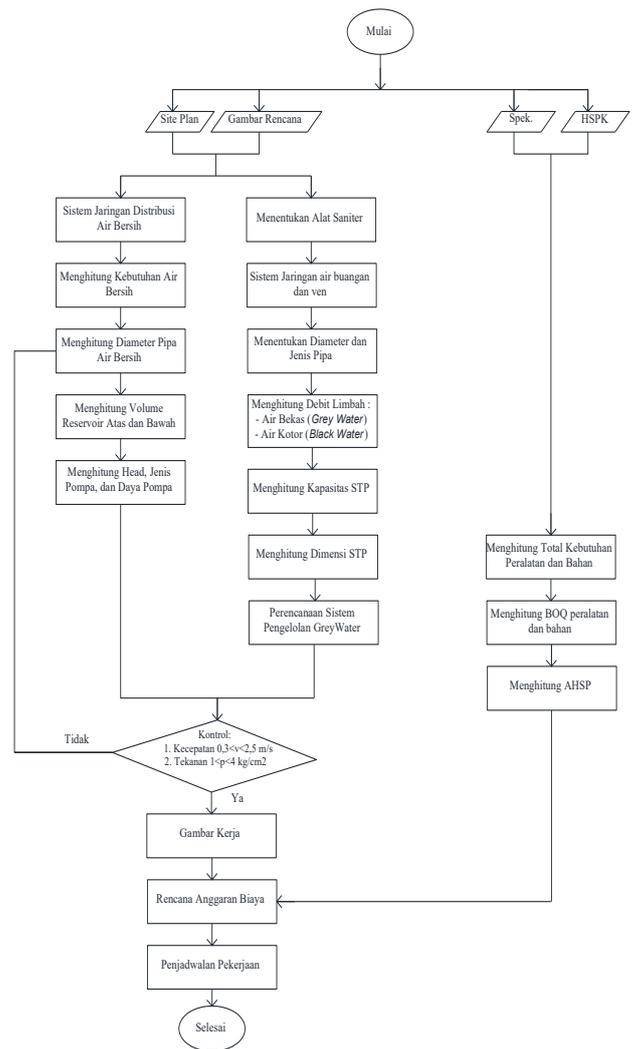
C. Penentuan Dimensi Pipa Ven

Besar kecilnya ukuran pipa ven selain ditentukan oleh banyaknya unit alat plambing, juga ditentukan oleh diameter pipa tegak air buangan yang dihubungkan.

Rencana Anggaran Biaya untuk kebutuhan peralatan, bahan dan pemasangan dari perencanaan sistem air bersih dan air buangan pada Apartemen ini dengan menggunakan data yang telah ada dan dari hasil perhitungan perencanaan maupun gambar dan alat yang digunakan untuk perencanaan yang disertai dengan harga setiap alat dan bahan yang digunakan.

Penjadwalan proyek pada penelitian ini dibuat untuk mengetahui durasi pemasangan atau pelaksanaan tiap item pekerjaan.

Dari langkah-langkah pengerjaan yang telah dijelaskan tersebut maka dapat digambarkan diagram alir sebagai berikut:



Gambar 1. Bagan Alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proyek Apartemen Pravara Suites Malang merupakan bangunan gedung yang terdiri dari 10 lantai dengan memiliki 3 *lantai parkir* yaitu pada *lantai semi basement*, *basement 1*, *basement 2*. Bangunan ini berada di Kecamatan Dau, Malang, Jawa Timur.

1) Analisa Sistem Air Bersih Rencana

Dalam perencana penyediaan air bersih pada Apartemen Pravara ini sumber air yang digunakan adalah hanya menggunakan sumber yang berasal dari pengelolaan air minum daerah (PDAM), sistem yang digunakan adalah sistem *down feed* dalam pendistribusian air bersihnya dan menggunakan reservoir bawah (*ground water tank*) sebagai penambungan air dari sumber air yang kemudian didistribusikan menuju reservoir atas (*roof tank*) menggunakan pompa transfer hidraulik. Setelah itu

air akan langsung didistribusikan ke setiap unit dan unit untuk 3 lantai teratas digunakan pompa *booster* untuk memberikan tekanan yang cukup pada lantai teratas.

2) Perhitungan Debit Air Bersih

Jumlah unit alat plambing dihitung dari hasil perkalian jumlah alat plambing dengan nilai unit alat plambing (UAP).

Jumlah beban unit alat plambing = Jumlah (kloset x UAP) + (Urinoir x UAP) +(wastafel x UAP) + (shower x UAP) + (bak cuci dapur x UAP) + (bak cuci bersama x UAP)
 = (221 x 3) + (8 x 5) + (217 x 2) + (203 x 2) + (169 x 2) + (6 x 2) = 1893 unit

Berdasar grafik UBAP, 1200 liter/menit nilai dari grafik sama dengan nilai Qm-max (air pada jam puncak per menit)

Qm-max = 1200 liter/menit = 1,20 m³/menit

Kebutuhan air rata-rata (Qrata-rata puncak = Qh) jam kerja. Dikarenakan diketahui nilai Qm-max maka nilai Qh ditentukan dengan nilai konstanta jam puncak (C2) biasanya berkisar antara 3.0-4.0. Diasumsikan pemakaian secara maksimal dengan nilai C2 = 4

$$Qm\text{-max} = (C2) \left(\frac{Qh}{60} \right)$$

$$Qh = \left(\frac{Qm\text{-max}}{C2} \right) \cdot (60)$$

$$Qh = 18 \text{ m}^3/\text{menit}$$

Jadi pemakaian air rata-rata menit puncak adalah sebanyak 18 m³/jam.

Pemakaian air pada jam puncak dihitung dengan menggunakan nilai Qh yang telah diketahui sebagai berikut dengan nilai konstanta jam puncak (C1) biasanya berkisar antara 1,5 sampai 2.0. Diasumsikan secara maksimal dengan nilai C1 adalah 2.

$$\begin{aligned} Qh\text{-max} &= C1 \times Qh \\ &= 2 \times 18 \\ &= 36 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Jadi pemakaian air rata-rata jam puncak sebesar 36 m³/jam

Berdasarkan jangka waktu pemakaian air rata-rata per hari direncanakan jangka waktu penggunaan air rata-rata sehari selama 10 jam (Noerbambang & Morimura, 2005:48). Dengan begitu diperoleh nilai untuk (Qh) sebagai berikut:

$$Qd = \frac{Qh}{t} = 180 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Diperkirakan untuk tambahan pemakaian air seperti: kebocoran pipa, penyiraman taman dsb adalah 20%. Sehingga pemakaian air rata-rata perhari menjadi:

$$\begin{aligned} Qd\text{ total} &= (100\% + \text{tambahan pemakaian air}) \times Qd \\ &= (100\% + 20\%) \times 180 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 216 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Jadi kebutuhan total rata-rata per hari adalah 216 m³/hari

3) Perhitungan Dimensi *Ground Water Tank*

Kapasitas Pipa Dinas (Qs), didasarkan pada kenyataan bahwa biasanya distribusi air dari PDAM hanya dapat memenuhi 2/3 dari kebutuhan rata-rata perhari. Sehingga air rata-rata perjam tidak dapat dilayani 100% dan hanya 2/3 kalinya saja. Sehingga besarnya nilai Qs diasumsikan 2/3 nilai Qh. Sehingga nilai Qs dapat dihitng sebagai berikut:

$$Qs = \frac{2}{3} \times Qh$$

$$Qh = \frac{Qd\text{ total}}{t}$$

$$\begin{aligned} Qs &= \frac{2}{3} \times \frac{216}{10} \\ &= 14,4 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

jadi, besarnya kapasitas dari pipa dinas adalah sebesar 14,4 m³/jam

Kapasitas *ground water tank*, adapun dalam perhitungan sebelumnya nilai Qd yaitu 216 m³/hari dan nilai Qs yaitu 14,4 m³/jam jangka waktu pemakaian per hari yaitu 10 jam, maka:

$$\begin{aligned} Vr &= Qd - Qs \times T \\ &= 216 - (14,4 \times 10) \\ &= 72 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jadi, besarnya volume *ground water tank* adalah sebesar 72 m³

Volume *ground water tank* sama dengan = 72 m³, maka ditentukan dimensi masing-masing *ground water tank*:

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 8 \text{ m} \\ \text{Lebar} &= 2,5 \text{ m} \\ \text{Tinggi total} &= 2 \text{ m} \end{aligned}$$

4) Penentuan Dimensi *Roof Tank*

Berikut ini merupakan perhitungan volume dan penentuan dimensi *roof tank* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Qp &= Qm\text{-max} \\ &= 1,2 \text{ m}^3/\text{menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q\text{-max} &= Qh\text{-max} \\ &= 36/60 \\ &= 0,6 \text{ m}^3/\text{menit} \end{aligned}$$

$$Qpu = Qp$$

maka dapat juga bahwa. bahwa:

jangka waktu kebutuhan Puncak (TP) = 30 menit
 jangka waktu kerja pompa mengisi (Tpu) = 10 menit

Dari data data script data di atas, selanjutnya dapat di tentukan volume efektif untuk roof tank sesuai rumus:

$$VE = ((Qp - Qmax) \cdot Tp) + (Qpu \cdot Tpu)$$

$$= ((1,2 - 0,6) \times 30) + (1,2 \times 10)$$

$$= 30 \text{ m}^3$$

Menentukan dimensi roof tank, diketahui volume *roof tank* yaitu 30 m³ dan yang mendekati yaitu tipe 4 x 2 x 2 m. dengan kapasitas 16 m³. Sehingga dibutuhkan 2 *roof tank* untuk memenuhi kapasitas. Berikut merupakan dimensi masing-masing *roof tank*: Panjang = 4 m, lebar = 2 m dan tinggi total = 2 m

5) Penentuan Dimensi Pipa Dalam Sistem Penyediaan Air Bersih

Menghitung dimensi pipa, dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

$$= \sqrt[2]{\frac{4 \times 0,01000}{2,4 \times \pi}}$$

$$= 0,0729 \text{ m}$$

$$= 72,9 \text{ mm}$$

Mengontrol kecepatan, Kecepatan pengaliran

$$(Vcek) = \frac{Q}{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2}$$

$$= \frac{0,01000}{\frac{1}{4} \times \pi \times 0,0846^2}$$

$$= 1,7799 \text{ m/detik}$$

Menghitung kehilangan tekan, dalam menghitung kehilangan tekan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

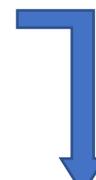
$$Hf = \frac{10,666 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{1,85}} \times L$$

$$= \frac{10,666 \times 0,01000^{1,85}}{130^{1,85} \times 0,0846^{1,85}} \times 74,11$$

$$= 3,086 \text{ m}$$

Tabel 1. Dimensi Air bersih

Letak	Posisi Pipa	Q saluran (m ³ /dtk)	C	L (m)	V asumsi (m/dtk)	D		D pasaran		Ketebalan Pipa (mm)
						(m)	(mm)	(mm)	(inch)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
GWT - ROOFTANK	Tegak	0,01000	130	74,11	2,4	0,072855	72,855	90	3	5,4
PIPA GRAVITASI	Tegak	0,01000	130	42,145	2,4	0,072855	72,855	90	3	5,4
POMPA BOOSTER	Tegak	0,00315	130	7,56	2,4	0,040914	40,914	50	1 1/2	3
PIPA MENDATAR SEMI BS										
Tipe D	Mendatar	0,00010	130	30,4	2,4	0,007104	7,104	20	1/2	1,5
PIPA MENDATAR LANTAI GROUND-1										
Tipe C	Mendatar	0,00061	130	3,5	2,4	0,018035	18,035	40	1 1/4	2,4
PIPA MENDATAR LANTAI 7										
a1-A Shaft utama	Mendatar	0,00614	130	11,31	2,4	0,05708	57,080	63	2	2,4
a1-B	Mendatar	0,00293	130	33,2	2,4	0,039413	39,413	50	1 1/2	3
a1-C	Mendatar	0,00321	130	45,6	2,4	0,041289	41,289	50	1 1/2	3
PIPA UTAMA TEGAK LANTAI 7 - 2										
Tipe A	Tegak	0,00029	130	22,68	2,4	0,012305	12,305	25	3/4	1,5
Tipe B	Tegak	0,00051	130	22,68	2,4	0,016407	16,407	25	3/4	1,5



D dalam		V cek (m/detik)	Ket	Hf (m)	Elevasi		Sisa Tekan		Sisa Tekan	
(mm)	(m)				Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir
12	13	14	15	16	17	18	19	20	19	20
79,2	0,079	2,031	Ok	4,249	-7,5	37,5	0,000	7,493	0,000	0,75
79,2	0,079	2,031	Ok	2,416	37,455	-4,69	0,000	39,729	0,000	3,97
44	0,044	2,075	Ok	0,887	37,455	26,115	0,000	10,453	0,000	1,05
PIPA MENDATAR SEMI BS										
17	0,017	0,419	Ok	0,552	26,115	26,115	39,729	39,378	3,973	3,938
37,6	0,038	0,552	Ok	0,042	26,115	26,115	39,378	39,329	3,938	3,933
PIPA MENDATAR LANTAI 7										
58,2	0,058	2,309	Ok	1,171	26,115	26,115	39,329	37,902	3,933	3,790
44	0,044	1,926	Ok	3,391	26,115	26,115	37,902	34,593	3,790	3,459
44	0,044	2,113	Ok	5,5	26,115	26,115	34,593	29,022	3,459	2,902
PIPA UTAMA TEGAK LANTAI 7 - 2										
22	0,022	0,751	Ok	0,900	26,115	26,115	37,902	37,200	3,790	3,720
22	0,022	1,335	Ok	2,610	26,115	26,115	37,902	35,429	3,790	3,543

Sumber : Hasil Perhitungan

6) Penentuan Head Dan Jenis Pompa Serta Perhitungan Daya Pompa (Transfer)

Menghitung head pompa (Hpompa) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Hpompa = Hstatis + Hsistem$$

$$= 50,65 + 3,046 = 53,696 \text{ m}$$

Menentukan jenis pompa melalui tipe pompa, dengan debit pengaliran 10 liter/ detik dan head pompa sebesar 53,696 m, maka kecepatan pompa = 1450Rpm, kapasitas pompa = 10 l/detik atau 0,6 l/menit atau 36 m³/jam dan head pompa = 53,696 m

Menghitung daya pompa (Whp) $Whp = \rho \times g \times Q \times Hp = 1000 \times 9,81 \times 0,01 \times 53,696 = 5267,6 \text{ Watt} = 5,26 \text{ Kw}$

7) Perhitungan Pompa Booster

Menentukan jenis pompa melalui tipe pompa Dengan debit pengaliran 11,353 m³/jam dan head pompa sebesar 17,836 m, maka dapat ditentukan spesifikasi pompa sebagai berikut: Kecepatan pompa = 1450 Rpm, kapasitas pompa = 2,1 l/detik atau atau 7,569 m³/jam atau 0,00210 m³/detik, head pompa = 15,882 m

Menghitung daya pompa (Whp) atau daya pompa merupakan energy yang secara efektif diterima oleh air dari pompa per satuan waktu. Berikut perhitungan daya pompa:

$$\begin{aligned} Whp &= \rho \times g \times Q \times Hp \\ &= 1000 \times 9,81 \times 0,00210 \times 17,836 \\ &= 551,823 \text{ Watt} \\ &= 0,5 \text{ kw} \end{aligned}$$

Jadi, besarnya daya pompa pada sistem pemompan air bersih roof tank menggunakan pompa booster yaitu sebesar 551,832 Watt atau 0,5 Kw.

Tabel.2 Perhitungan Dimensi Air buangan

Lantai	Jahr	Alat Plumbing	Akumulasi UAP	Diameter Perangkap minimum (mm)	Diameter pipa berdasarkan UAP maksimum (mm)	Ukuran pipa dipakai	Ukuran pipa dipasaran	Ukuran pipa dipasaran	Kemiringan	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cabang mendatar										
10 Br	Sink-tegak	Sink	2	2	50	32	50	2	50	1%
	Wast-Pipa Tegak	Wastafel	1	3	32	40	40	1 1/2	40	1%
	WC-Pipa Tegak	Kloset	4	7	40	40	75	3	80	1%
	FD-Pipa Tegak	Floor Drain	2	9	40	50	50	2	50	1%
Pipa Tegak Utama Gedung										
	9	-	9	9	75	50	75	3	80	
	8	-	9	18	75	50	75	3	80	
	7	-	9	27	75	65	75	3	80	
	6	-	9	36	75	65	75	3	80	
	5	-	9	45	75	65	75	3	80	
	4	-	9	54	75	75	75	3	80	
	3	-	9	63	75	100	100	4	100	
	2	-	9	72	75	100	100	4	100	

Lantai	Jahr	Alat Plumbing	UAP	Akumulasi UAP	Diameter Perangkap minimum (mm)	Diameter pipa berdasarkan UAP maksimum (mm)	Ukuran pipa dipakai	Ukuran pipa dipasaran	Ukuran pipa dipasaran	Kemiringan	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Cabang mendatar											
2	Lt. 1	Lt-10-2	1400	1400	75	250	250	10	250	1%	
Cabang tegak											
2	Lt. 1	Lt-10-2	1400	1400	75	150	150	6	200		
Cabang mendatar											
1	Wast - B	5	5	5	32	40	40	1 1/2	40	1%	
	Kloset - A	4	16	21	75	50	75	3	80	1%	
	Wast - C	2	2	2	32	32	32	1 1/4	32	1%	
	Urinoir - C	4	16	18	40	50	50	2	50	1%	
	Kloset - A	4	16	36	75	65	75	3	80	1%	
	A-Pipa Tegak	-	-	57	75	100	100	4	100	1%	
	Ground	Wast - B	5	5	5	32	40	40	1 1/2	40	1%
	Kloset - A	4	16	21	75	50	75	3	80	1%	
	Wast - C	2	2	2	32	32	32	1 1/4	32	1%	
	Urinoir - C	4	16	18	40	50	50	2	50	1%	
Semi Bs	Kloset - A	4	16	36	75	65	75	3	80	1%	
	A-Pipa Tegak	-	-	57	75	100	100	4	100	1%	
	FD-A	4	8	8	40	40	40	1 1/2	40	1%	
	Kloset - A	2	8	16	75	50	75	3	80	1%	
Base. 2	A-Pipa Tegak	-	-	16	75	50	75	3	80	1%	
	Pipa Tegak Utama Gedung										
Base. 2	2-semi bs	-	1530	1530	75	150	150	6	200	-	

Sumber: Hasil Perhitungan

8) Penentuan Dimensi Pipa Air Buangan

Metode unit alat plumbing sebagai beban (UAP). Perhitungan Akumulasi UAP

$$\text{Akumulasi UAP 10 Br} = 4 + 1 + 2 + 2 = 9$$

Penentuan diameter perangkap minimum: *Closet*:

75, *Wastafel*: 32, *Floor drain*: 40 *Kitchen sink*: 50

Penentuan pipa mendatar berdasarkan UAP maksimum

$$\begin{aligned} \text{Kitchen sink - pipa tegak} - 2 &= 32 \text{ mm} \\ \text{Wastafel - pipa tegak} - 3 &= 40 \text{ mm} \\ \text{Closet - pipa tegak} - 7 &= 40 \text{ mm} \\ \text{Floor drain - pipa tegak} - 9 &= 50 \text{ mm} \end{aligned}$$

Penentuan diameter pipa tegak Bs 2 berdasarkan UAP maksimum, penentuan diameter pada pipa tegak dengan beban akumulasi UAP sebesar 1530 maka menggunakan pipa tegak berdiameter 150 mm.

9) Penentuan Dimensi Pipa Ven

Diameter pipa ven yang digunakan adalah sebesar 150 mm dengan Beban maksimum alat yg disambung 2200 dan panjang maksimum pipa 105 m.

10) Perhitungan Debit Air Buangan

Pada perhitungan air buangan pada Apartemen Pravara Suites Malang ini dihitung berdasarkan jumlah debit air limbah di semua tipe hunian di setiap lantai dikalikan jumlah lantai yang dilayani dari total air buangan *grey water* dan *black water*.

a) Air buangan *Grey water*

Lantai hunian (Lantai 2 - Lantai 10)

$$Q \text{ Air Limbah Tipe A} = 477 \text{ liter/hari} \times 15 \times 9 = 64395 \text{ liter/hari}$$

$$Q \text{ Air Limbah Tipe B} = 1638 \text{ liter/hari} \times 4 \times 9 = 58968 \text{ liter/hari}$$

Lantai (Semi Basement - 1)

$$Q \text{ Air Limbah Tipe C} = 10850 \text{ liter/hari} \times 1 \times 2 = 21700 \text{ liter/hari}$$

$$Q \text{ Air Limbah Tipe D} = 21000 \text{ liter/hari} \times 1 \times 1 = 21000 \text{ liter/hari}$$

Q Total= 166063 liter/hari = 166,063 m³/hari
 b) Air buangan *Black water*
 Lantai hunian (Lantai 2 - Lantai 10)
 Q Air Limbah Tipe A = 84 liter/hari x 15 x 9
 = 11340 liter/hari
 Q Air Limbah Tipe B = 336 liter/hari x 4 x 9
 = 12096 liter/hari
 Lantai (Semi Basement – 1)
 Q Air Limbah Tipe C = 84000 liter/hari x 1 x 2
 = 16800 liter/hari
 Q Air Limbah Tipe D = 1400 liter/hari x 1 x 1
 = 1400 liter/hari
 Q Total= 41636 liter/hari = 41,636 m³/hari
 Jadi total debit air buangan yang dihasilkan pada alat plambing seluruh gedung dalam satu hari adalah sebesar: 166,063 + 41,636 = 207,699 m³/hari

11) Analisis Sistem Pengolahan Air Buangan

Pada pembangunan Apartemen Pravar Suites Malang direncanakan sistem pengolahan biofilter anaerob-acrob. *Sewage Threatmen Plant* (STP) adalah unit IPAL yang akan melayani air buangan yang berasal dari cucian dapur (*sink*), dan *floor drain* maupun kloset.

12) Penentuan Kebutuhan Tangki IPAL

Dari data perhitungan jumlah debit air limbah yang dihasilkan gedung dalam satu hari sejumlah 207,7 m³/hari serta penggunaan tangki IPAL dengan kapasitas pengolahan 55 m³/hari, maka dari itu dibutuhkan tangki IPAL pabrikan sebanyak 4 tangki untuk memenuhi pengolahan hasil pembuangan air limbah seluruh gedung.

13) Penjadwalan

a. Menentukan durasi pekerjaan
 Contoh dalam penentuan durasi pemasangan alat saniter kloset duduk sebagai berikut:
 Koefisien Tenaga Kerja:
 1. Pekerja = 3,3

- 2. Tukang batu = 1,1
- 3. Kepala Tukang = 0,001
- 4. Mandor = 0,16

Koefisien perhitungan pada pekerjaan kloset sebanyak 221 unit (Vol. pekerjaan x koef. Tenaga kerja):

- 1. Pekerja = 221 x 3,3 = 729,3
- 2. Tukang batu = 221 x 1,1 = 243,1
- 3. Kepala Tukang = 221 x 0,001 = 0,22
- 4. Mandor = 221 x 0,16 = 35,6

Kebutuhan Mandor dan tenaga kerja lain, jadi 1 Mandor membawahi pekerja dan lain-lain sebagai berikut (Koef.pekerja / Koef. Mandor):

- 1. Pekerja = 3,3/0,16= 20,625
- 2. Tukang batu = 1,1/0,16= 6,875
- 3. Kepala Tukang = 0,001/0,16= 0,00625
- 4. Mandor = 0,16/0,16= 1

Sehingga durasi pekerjaan kloset dihitung dari perhitungan Koefisien Tenaga Kerja / Jumlah Tenaga Kerja

- 1. Pekerja = 729,3 / 20,625 = 35,6 hari
- 2. Tukang batu= 243,1 / 6,875 = 35,6 hari
- 3. Kepala Tukang = 0,22 / 0,006 = 35,6 hari
- 4. Mandor = 35,6 / 1 = 35,6 hari

Dari hasil perhitungan maka dalam pekerjaan kloset sebanyak 221 unit dikerjakan selama 35,6 hari ~ 36 hari.

b. Menentukan bobot pekerjaan
 Dalam menentukan bobot pemasangan kloset dilihat dari:

Harga Pekerjaan Kloset / Harga Total Pekerjaan
 Bobot = $\frac{1.198.594.000}{5.276.592.000} \times 100$
 = 22,72%

No.	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Bobot	Durasi Dipakai Hari	Jadwal pelaksanaan (60 hari) kalender									
						Bulan Ke 1			Bulan Ke 2				Bulan Ke 3		
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A PEKERJAAN ALAT SANITER															
1	Pemasangan kloset duduk	221	bh	22,72%	36,00		3,79%	3,79%	3,79%	3,79%	3,79%	3,79%			
3	Pemasangan urinoir	8	bh	0,81%	1,00		0,81%								
4	Pemasangan lavatory	217	bh	12,07%	22,00			3,02%	3,02%	3,02%	3,02%				
5	Pemasangan kitchen sink	169	bh	8,94%	1,00			8,94%							
6	Pemasangan floor drain	207	bh	1,39%	2,00				1,39%						
7	Pemasangan kran air	6	bh	0,04%	1,00				0,04%						
8	Pemasangan Shower	203	bh	8,82%	2,00				8,82%						
B PEKERJAAN PIPA AIR BERSIH															
1	Pemasangan pipa PVC 3/4"	3056,58	m'	1,55%	6,00		1,55%								
3	Pemasangan pipa PVC 1 1/4"	7,56	m'	0,01%	1,00		0,01%								
4	Pemasangan pipa PVC 1 1/2"	101,48	m'	0,09%	1,00		0,09%								
5	Pemasangan pipa PVC 2"	11,31	m'	0,01%	1,00		0,01%								
6	Pemasangan pipa PVC 3"	116,255	m'	0,18%	1,00		0,18%								
7	Pemasangan Meteran air	172	m'	2,23%	1,00			2,23%							
8	Pemasangan Gate Valve	6	m'	0,52%	1,00								0,52%		
C PEKERJAAN PIPA AIR LIMBAH															
1	Pemasangan pipa PVC AW 1 1/2"	38,998	m'	0,03%	1,00			0,03%							
2	Pemasangan pipa PVC AW 2"	122,43	m'	0,14%	1,00			0,14%							
3	Pemasangan pipa PVC AW 3"	552,796	m'	1,21%	3,00		1,21%								
4	Pemasangan pipa PVC AW 4"	241,573	m'	1,18%	1,00		1,18%								
5	Pemasangan pipa PVC AW 6"	101,765	m'	0,67%	1,00		0,67%								
D PEKERJAAN PIPA AIR VENT															
1	Pemasangan pipa PVC AW 2 1/2"	90,11	m'	0,14%	1,00					0,14%					
2	Pemasangan pipa PVC AW 6"	693,65	m'	4,59%	3,00					4,59%					
E PEMASANGAN POMPA															
1	Pemasangan pompa transfer	2	bh	1,98%	2,00						1,98%				
2	Pemasangan pompa booster	2	bh	1,54%	1,00							1,54%			
3	Pemasangan PRV	2	bh	0,04%	1,00			0,04%							
F PEMASANGAN BAK PENAMPUNG															
1	Ground Water Tank	80	m ³	7,41%	36,00					1,24%	1,24%	1,24%	1,24%	1,24%	
2	Roof Water Tank	30	m ³	2,78%	27,00					0,56%	0,56%	0,56%	0,56%	0,56%	
3	Sewage Treatment Plant														
3,1	Pekerjaan Tanah	837,448404	m ³	2,29%	29,00		0,46%	0,46%	0,46%	0,46%					
3,2	Pemasangan STP	4	bh	16,64%	4,00					16,64%					
Total Rencana Anggaran Biaya															
Rencana						5,35%	7,45%	16,20%	17,55%	25,69%	13,32%	7,56%	3,33%	2,31%	1,24%
Akumulasi						5,35%	12,80%	29,00%	46,55%	72,25%	85,57%	93,13%	96,46%	98,76%	100,00%

Gambar 2. Kurva S

4. KESIMPULAN

Berdasar hasil dan pembahasan yang telah diuraikan diatas maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Sistem distribusi air bersih yang digunakan adalah sistem pendistribusian kebawah (*down feed*) dengan menggunakan tangki *fiberglass* pada tangki bawah (Ground water tank) dan tangki air atas (*roof tank*). Dengan kapasitas tangki bawah sebesar 72 m³ maka digunakan 2 buah tangki dengan ukuran masing-masing 8 x 2,5 x 2 m dan tangki atas dengan kapasitas 30 m³ digunakan 2 tangki dengan ukuran masing-masing tangki yaitu 4 x 2 x 2 m. Dalam penyaluran air dari tangki bawah menuju tangki atas dibutuhkan 2 pompa transfer dengan daya sebesar 5,3 Kw dan dibutuhkan pompa *booster* dengan daya 0,5 Kw untuk mendistribusikan air bersih pada 3 lantai teratas gedung. Diameter pipa yang digunakan yaitu Ø3"

untuk pipa transfer, Ø3" untuk pipa grafitasi, 1 1/2" untuk pipa *booster*.

- 2) Sistem air buangan dari alat plambing langsung akan didistribusikan menuju Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Diameter pipa untuk pendistribusian air buangan yaitu Ø3", Ø4", dan Ø6" untuk pipa utama, dan untuk pipa cabang berdiameter Ø 1 1/2", Ø2", dan Ø3".
- 3) Pengolahan digunakan sistem Biofilter Anaerob-aerob dimana pengolahannya menggunakan tangki fabrikasi IPAL. Dengan debit air buangan 207,69 m³/hari maka dibutuhkan tangki IPAL dengan tipe BFK-55MPD sebanyak 4 tangki.
- 4) Biaya yang dibutuhkan untuk pengadaan alat sanite, bahan dan pemasangan pada instalasi air bersih dan air buangan yaitu sebesar Rp. 5.276.592.000,-
- 5) Pekerjaan sistem instalasi air bersih dan air buangan ini dikerjakan selama 90 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andriawan, Lukman Heru. 2011. *Smart Wastafel Menggunakan Kendali Mikrokontroler AT89S51*. TA Jurusan Elektro.
- [2] Badan Standart Nasional Indonesia. (2000). SNI 03-6481-2000. *Sistem Plumbing* Badan Standart Nasional Indonesia. (2005). SNI 03-70565-2005. *Tata cara perencanaan Sistem Plumbing*
- [3] Badan Standart Nasional Indonesia. (2015). SNI 8153-2015. *Tata cara perencanaan Sistem Plumbing*
- [4] Kurniawan, Adhimas Praditya, dan Sudiyono. 2014. *Kapasitas Daya Dukung Jaringan Pipa Air Bersih Dan Ven Gedung Lembaga Pengembangan Dan Penjaminan Mutu Pendidikan Universitas Negeri Yogyakarta*. Jurnal Inersia: Vol. 9, No.2
- [5] Mubin. 2016. *Perencanaan Sistem Pengolahan Air Limbah Sistem Domestik Di Kelurahan Istiglal Kota Manado*. Jurnal: Teknik Sipil Universitas Sriwijaya
- [6] Noerbambang, Soufyan & Morimura Takeo. 2005. *Perancangan Dan Pemeliharaan Sistem Plumbing*. Jakarta: PT. Pradnaya Paramita
- [7] Pynkiawati theresia & Shirly Wahadamaputera.2014. *UtilitaS Bangunan Modul Plumbing*. Griya Kreasi: Jakarta Timur.
- [8] Ratnawati, Rhenny. 2014. *Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Biofilter Untuk Mengolah Air Limbah Poliklinik Unipa Surabaya*. Jurnal Teknik Waktu, Vol.12, No.2
- [9] Suhardiyanto. 2016. *Perancangan Sistem Plumbing Instalasi Air Bersih Dan Air Buangan Pada Pembangunan Gedung Perkantoran Bertingkat Tujuh Lantai*. Jurnal Teknik Mesin, Vol.5, No.3
- [10] Wulandari, Retno Puji. 2014. *Perencanaan Pengelolaan Air Limbah Sistem Terpusat (Studi Kasus di Perumahan PT. Pertamina Unit Pelayanan III Plaju – Sumatra Selatan)*. Jurnal Teknik Sipil & lingkungan, Vol.2, No.3