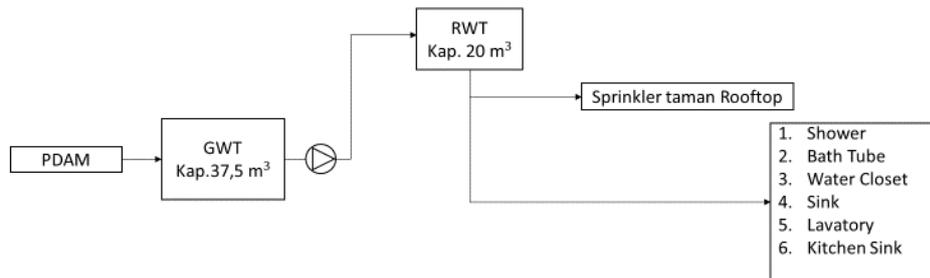


BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

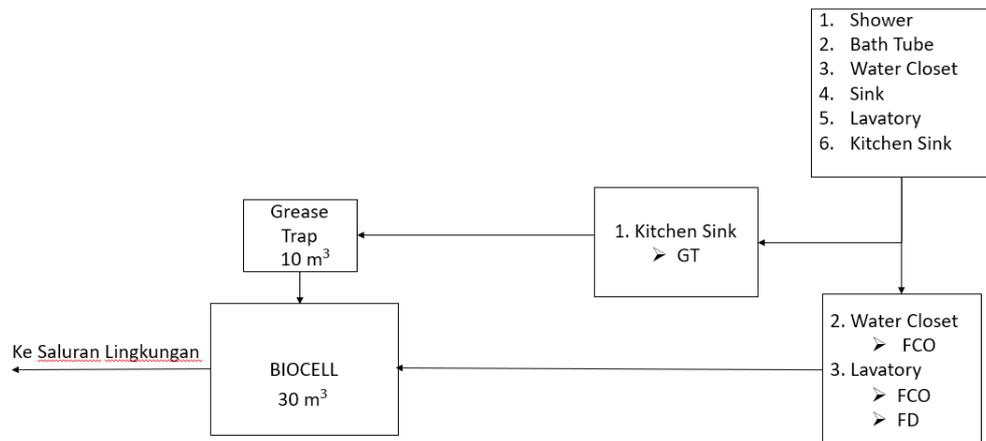
4.1 Diagram alur air bersih dan air kotor

Berikut merupakan gambar diagram air bersih pada apartemen XYZ.



Gambar 4.1 Diagram air bersih

Dari gambar 4.1 merupakan diagram air bersih pada apartement XYZ yang membutuhkan kapasitas 37,5 m³ air bersih di dalam GWT. Lalu air bersih di alirkan menggunakan *Delivery pump* menuju RWT yang berkapasitas 20 m³. Air untuk sprinkler taman yang berada di rooftop ini berasal dari RWT, selain itu air bersih juga digunakan untuk kehidupan sehari-hari seperti mandi, buang air, mencuci pakaian, mencuci piring, dan lain-lain.



Gambar 4.2 Diagram Air Kotor

Pada gambar 4.2 khusus untuk *Kitchen sink*, di dalam pipa pembuangannya terdapat grease trap yang berfungsi sebagai penyaring lemak-lemak yang akan berpotensi menyumbat pipa. Grease trap ini memiliki kapasitas 10 m³. Semua air kotor di alirkan menuju tank *Biocell* berkapasitas 30 m³ yang berfungsi sebagai pengelola air kotor agar menjadi air yang ramah lingkungan.

4.2 Air Bersih

Apartemen ini berada di daerah Jakarta dengan kapasitas 50 unit. Untuk membuat sistem perencanaan air bersih harus mengacu kepada Peraturan Gubernur Provinsi DKI Jakarta nomor 122 tahun 2005 khusus nya pada lampiran 2 yang mengatur tentang maksimal *population equivalen* (PE) pada apartement sebesar 250 liter/penghuni/hari.

Tabel 4.1 Rumus Perhitungan dan Standar yang dipakai

Perhitungan	Rumus	Standar
Volume Air bersih	$VAB =$ Jumlah penghuni x 250 + safety factor	Peraturan Gubernur Provinsi Jakarta nomor 122 tahun 2005
Hydrant	$VH = GPM$ Pompa x 45 Min	SNI 03-1745-2000
GWT	$GWT = VAB + VH$	Peraturan Gubernur Provinsi Jakarta nomor 122 tahun 2005
RWT	$RWT = C1 \times Qh$	Peraturan Gubernur Provinsi Jakarta nomor 122 tahun 2005

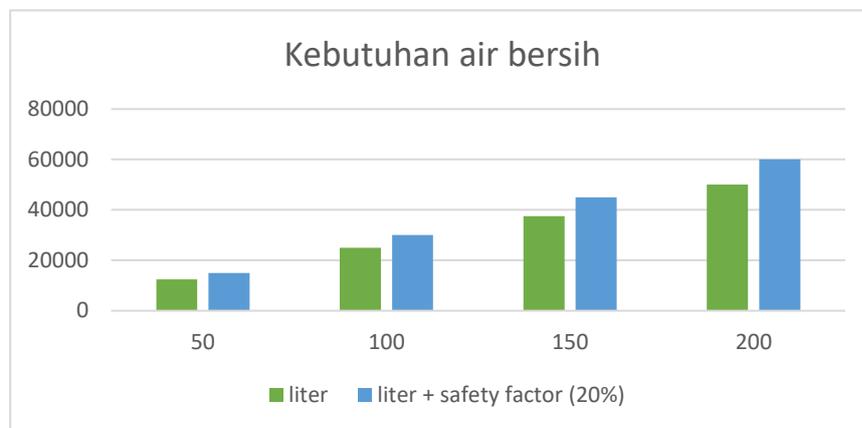
1. Berikut merupakan perhitungan kebutuhan air bersih di apartemen ini.

Untuk perhitungan kebutuhan air bersih sesuai dengan Peraturan Gubernur Provinsi DKI Jakarta nomor 122 tahun 2005 maka perhitungan kebutuhan air bersih dihitung 250 liter/orang/hari untuk berkapasitas 200 orang,

dihitung melalui rata rata penghuni dikali dengan 250 liter. Perhitungan kebutuhan air bersih sebagai berikut.

Tabel 4.2 Kebutuhan air bersih dari rata-rata penghuni

Jumlah penghuni	liter	safety factor (20%)	Satuan
50	12500	15000	liter
100	25000	30000	liter
150	37500	45000	liter
200	50000	60000	liter
Rata rata = 125	31250	37500	liter



Gambar 4.3 Grafik Kebutuhan air bersih

Dari grafik tabel 4.2 mendapatkan nilai rata-rata untuk kebutuhan air bersih untuk apartement berkapasitas 200 orang yaitu 37500 liter untuk satu harinya atau 37,5 m³.

2. Perhitungan kapasitas Hydrant tank

Bersarkan waktu rata-rata dari 30-45 menit yang dibutuhkan pompa hydrant untuk memadamkan api sekitar 37,5 min dengan kapasitas pompa 1000 USGPM atau 3785 liter/min. Jadi kapasitas Hydrant tank yang dibutuhkan adalah 141937 liter atau sekitar 142 m³. Jadi berdasarkan 37,5 m³ kebutuhan air bersih dan 142 m³ volume air hydrant, volume GWT yang dibutuhkan untuk bangunan ini sebesar 142 + 37,5 = 179,5 m³ atau dibulatkan menjadi 180 m³.

3. RWT (*Roof Water Tank*)

Untuk menghitung volume RWT (*Roof Water Tank*) diperlukan data-data seperti volume air bersih dalam GWT (*Ground Water Tank*) yaitu 37,5 m³ dan jangka waktu pemakaian air bersih untuk apartemen (10 jam) untuk 5 jam pagi dan 5 jam sore. Setelah data diperoleh, berikut untuk perhitungan kapasitas RWT.

Diketahui :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air bersih untuk 125 orang} &= 37500 \text{ liter/hari} \\ &= 37,5 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Air bersih diisi 2 kali pengisian, yang berarti

$$\begin{aligned} \text{RWT} &= \frac{\text{Kebutuhan air bersih}}{2} + \text{safety factor} \\ &= \frac{37,5}{2} + \text{safety factor} \\ &= 18,75 \text{ m}^3 + \text{safety factor} \\ &= 20 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jadi kapasitas RWT untuk memenuhi kebutuhan air bersih pada apartemen ini sebesar 20 m³.

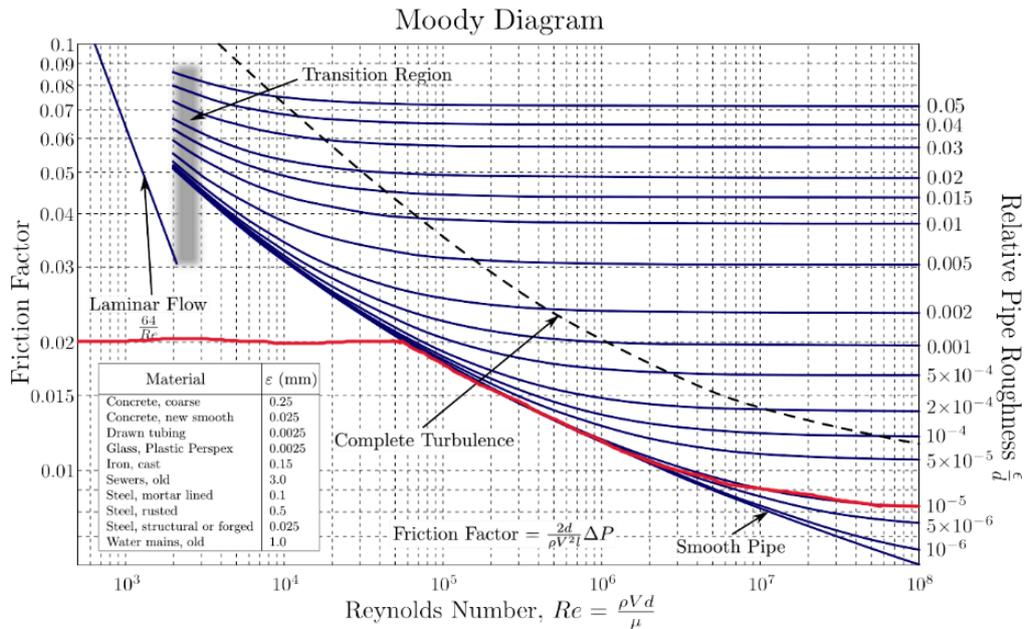
4.2.1 Friction Factor

Sebelum menghitung nilai headlosses, perlu diketahui nilai friction factor dahulu. Nilai friction factor didapat dengan mencari nilai relative pipe roughness dan bilangan Reynold. Berikut merupakan perhitungan *friction factor* untuk pipa jenis PPR berdiameter 75 mm yang dicari menggunakan diagram moody.

Tabel 4.3 Friction factor

Parameter	Symbols	=	Inputs	Unit
Pipe Roughness (PPR)	ϵ	=	0,002	mm
Diameter pipa 2	d	=	65	mm
Relatif pipe Roughness		=	3,85E-05	mm
Debit air	Q	=	0,0034	m ³ /s
Luas Penampang	A	=	0,003	m
Kecepatan aliran	V	=	1,025	m/s
Densitas air	ρ	=	997	kg/m ³
Viskositas air	μ	=	0,001	kg/m.s
Bilangan reynold	Re	=	77677	reynold
Friction factor	f	=	0,018	

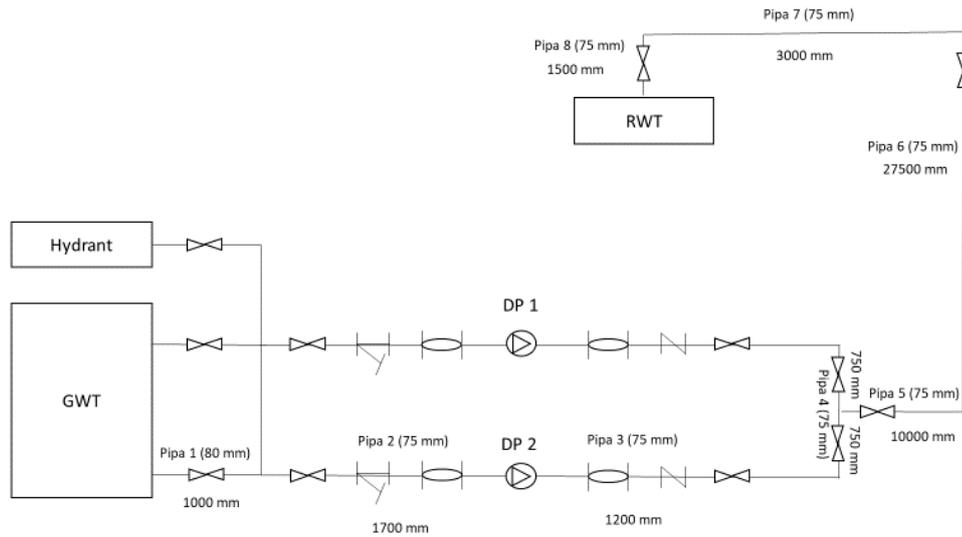
Berdasarkan tabel 4.3, nilai *relatif pipe roughness* sebesar $3,85 \times 10^{-5}$ mm dan nilai bilangan Reynold yang di dapatkan sebesar 77677. Bersumber dari diagram moody untuk nilai bilangan Reynold sebesar 10^5 tipe aliran adala *turbulence flow*. Jadi *friction factor* untuk pipa berdiameter 80 mm sebesar 0,018.



Gambar 4.4 Diagram moody

4.2.2 Pipa Air Bersih

Pada apartemen ini khususnya untuk air bersih itu memiliki spesifikasi dengan bahan PPR PN 10 (untuk pipa air bersih). Pipa Polypropylene Random (PPR) merupakan produk pipa termoplastik yang memiliki ketahanan terhadap air bersuhu dan tekanan tinggi seperti PPR PN 10 itu berarti *pressure nominal* (PN) maksimal 10 bar dan PPR PN 20 memiliki *pressure nominal* (PN) 20 bar. Untuk mencari Head Loss terdapat 2 jenis yaitu *major head loss* dan *minor head loss*.



Gambar 4.5 Skema Pipa Air Bersih

- Major head loss

$$P_{\text{major}} = f \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

Dimana :

f = Friction factor (m)

L = Panjang pipa (m)

D = Diameter pipa (m)

g = Gravitasi (m/s^2)

v = Kecepatan Aliran (m/s)

Berikut merupakan perhitungan major head losses yang dihitung dari data-data pipa 1 sampai pipa 7

Tabel 4.4 Major head loss pipa 1

Parameter	Symbols	Inputs	Unit
Friction Factor	f	= 0,018	
Panjang pipa	l	= 1	m
Diameter pipa	d	= 0,065	m
Gravitasi	g	= 9,78	m/s^2
Kecepatan aliran	V	= 0,68	m/s

Berdasarkan data dari tabel 4.4 major head loss untuk pipa 1 adalah 0,006 m.

Tabel 4.5 Major head loss pipa 2

Parameter	Symbols	Inputs	Unit
Friction Factor	f	= 0,018	
Panjang pipa	l	= 1,7	m
Diameter pipa	d	= 0,065	m
Gravitasi	g	= 9,78	m/s ²
Kecepatan aliran	V	= 1,025	m/s

Berdasarkan data dari tabel 4.5 major head loss untuk pipa 2 adalah 0,025 m.

Tabel 4.6 Major head loss pipa 3

Parameter	Symbols	Inputs	Unit
Friction Factor	f	= 0,018	
Panjang pipa	l	= 1,2	m
Diameter pipa	d	= 0,065	m
Gravitasi	g	= 9,78	m/s ²
Kecepatan aliran	V	= 1,025	m/s

Berdasarkan data dari tabel 4.6 major head loss untuk pipa 3 adalah 0,018 m.

Tabel 4.7 Major head loss pipa 4

Parameter	Symbols	Inputs	Unit
Friction Factor	f	= 0,018	
Panjang pipa	l	= 0,75	m
Diameter pipa	d	= 0,065	m
Gravitasi	g	= 9,78	m/s ²
Kecepatan aliran	V	= 1,025	m/s

Berdasarkan data dari tabel 4.7 major head loss untuk pipa 4 adalah 0,011 m.

Tabel 4.8 Major head loss pipa 5

Parameter	Symbols	Inputs	Unit
Friction Factor	f	= 0,018	
Panjang pipa	l	= 10	m
Diameter pipa	d	= 0,065	m
Gravitasi	g	= 9,78	m/s ²
Kecepatan aliran	V	= 0,770	m/s

Berdasarkan data dari tabel 4.8 major head loss untuk pipa 5 adalah 0,149 m.

Tabel 4.9 Major head loss pipa 6

Parameter	Symbols	Inputs	Unit
Friction Factor	f	= 0,018	
Panjang pipa	l	= 27,5	m
Diameter pipa	d	= 0,065	m
Gravitasi	g	= 9,78	m/s ²
Kecepatan aliran	V	= 1,025	m/s

Berdasarkan data dari tabel 4.9 major head loss untuk pipa 6 adalah 0,409 m.

Tabel 4.10 Major head loss pipa 7

Parameter	Symbols	Inputs	Unit
Friction Factor	f	= 0,018	
Panjang pipa	l	= 3	m
Diameter pipa	d	= 0,065	m
Gravitasi	g	= 9,78	m/s ²
Kecepatan aliran	V	= 1,025	m/s

Berdasarkan data dari tabel 4.10 major head loss untuk pipa 7 adalah 0,045 m.

Tabel 4.11 Major head loss pipa 8

Parameter	Symbols	Inputs	Unit
Friction Factor	f	= 0,018	
Panjang pipa	l	= 1,5	m
Diameter pipa	d	= 0,065	m
Gravitasi	g	= 9,78	m/s ²
Kecepatan aliran	V	= 1,025	m/s

Berdasarkan data dari tabel 4.11 major head loss untuk pipa 8 adalah 0,02 m. Dengan menggunakan persamaan diatas, didapatkan hasil dari p major pipa 1 sampai 8 sebagai berikut.

- Pmajor Pipa 1 = 0,006 m
- Pmajor Pipa 2 = 0,025 m
- Pmajor Pipa 3 = 0,018 m
- Pmajor Pipa 4 = 0,011 m

- Pmajor Pipa 5 = 0,149 m
- Pmajor Pipa 6 = 0,409 m
- Pmajor Pipa 7 = 0,045 m
- Pmajor Pipa 8 = 0,020 m

Jadi didapatkan nilai dari ΔP_{major} sebesar 0,69 m

- Minor head loss

Berikut merupakan tabel untuk menentukan nilai Total K

Tabel 4.12 Koefisien pipa

Fitting	Jumlah	K	Total
Elbow 90	8	0,35	2,8
Gate Valve	7	0,27	1,89
Strainer	1	1	1
Check valve	1	2,6	2,6
Flexible connect	2	0,04	0,08
			8,37

Tabel 4.13 Fluid Velocity Minor Losses

1. Fluid Velocity				
Debit air	Q	=	0,0034	m ³ /s
Luas Penampang	A	=	0,0033	m
Fluid Velocity	V	=	1,025	m/s

Tabel 4.14 Minor Losses

2. Minor Losses				
Koefisien	k	=	8,37	
Fluid Velocity	v ²	=	1,051	m/s
Gravitasi	g	=	9,78	m/s ²

$$\Delta P_{\text{minor}} = k \frac{v^2}{2g}$$

Dimana :

K = koefisien fitting

v = Kecepatan Aliran (m/s)

g = Gravitasi (9,8 m/s²)

$$\begin{aligned}\Delta P_{\text{minor}} &= 8,37 \frac{1,025^2}{2 \times 9,8} \\ &= 0,45 \text{ m}\end{aligned}$$

- Static head loss

Pengaruh perbedaan elevasi atau ketinggian itu disebut dengan static head loss. Berikut perhitungan static head loss pada bangunan apartement.

$$\begin{aligned}\text{Static head loss} &= \text{Panjang pipa naik} - \text{Panjang pipa turun} \\ &= 28250 \text{ mm} - 1500 \text{ mm} \\ &= 26750 \text{ mm} \\ &= 26,7 \text{ m}\end{aligned}$$

Jadi Static headloss pipa pada apartemen ini adalah 26,7 m.

- Total head

Berdasarkan perhitungan *Major Head Losses*, *Minor head losses*, dan *Static head losses* yang dijumlah menjadi *total head* sebagai berikut.

Tabel 4.15 Total Head Losses

Total Head losses				
Major Head Losses	Δp_{major}	=	0,69	m
Minor Head Losses	Δp_{Minor}	=	0,45	m
Static head losses	S.head	=	26,75	m
Total head		=	27,89	m

$$\begin{aligned}\text{Total Head loss} &= 0,69 \text{ m} + 0,45 \text{ m} + 26,7 \text{ m} \\ &= 27,89 \text{ meter}\end{aligned}$$

4.2.3 Pompa

Pompa merupakan komponen penting dalam hal distribusi air bersih yang dibutuhkan setiap bangunan. Berikut merupakan spesifikasi pompa yang digunakan dalam apartemen ini.

Tabel 4.16 Spesifikasi Pompa

	JENIS POMPA			
JENIS	<i>Delivery Pump</i>	<i>Booster Pump</i>	Pompa Penguras	Sumpit
TIPE	Multi Stag Centrifugal	Centrifugal End Suction	Centrifugal End Suction	Submersible Pararel Alternatif
KAP. ALIRAN	200 L/min	2 x 200/min	600 L/min	200 L/min
T.HEAD	40 m	10 m	25 m	20 m
DAYA	5,5 kW	1,5 kW	5,5 kW	3,7 kW
PUTARAN	2950 RPM	2830 RPM	2930 RPM	2900 RPM
MERK	Ebara-Indobara	Ebara-Indobara	Ebara-Indobara	Ebara-Indobara
UNIT	2 unit (1 Run, 1 Stand by)	2 Unit	1 Unit	1 Unit

Berdasarkan spesifikasi pompa pada tabel 4.16 didapatkan kapasitas aliran *delivery pump* adalah 200 l/min atau 0,0034 m³/s . Berdasarkan Total head losses, berikut merupakan tekanan pompa, daya pompa, dan efisiensi pompa.

Tabel 4.17 Tekanan yang dihasilkan

Tekanan yang dihasilkan				
Masa jenis air	ρ	=	997	Kg/m ³
Gravitasi	g	=	9,87	m/s ²
Head losses	h	=	27,89	m
Tekanan	P	=	274403	Pa
		=	2,74	Bar

$$\begin{aligned}
 \text{Tekanan} &= \rho gh \\
 &= 997 \text{ kg/m}^3 \times 9,87 \text{ m/s}^2 \times 27,89 \text{ m} \\
 &= 274403 \text{ Pa} \\
 &= 2,74 \text{ bar}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.18 Power Pompa

Power pompa				
Massa jenis	ρ	=	997	Kg/m ³
Gravitasi	g	=	9,87	m/s ²
Head losses	h	=	27,89	m
Debit aliran	Q	=	0,0034	m ³ /s
P pompa =	p	=	932,97	watt

$$\text{Power pompa} = \rho \times g \times h \times q$$

Dimana

ρ = Massa jenis (Kg/m³)

g = Gravitasi (m/s)

h = total head losses (m)

q = debit aliran (m³/s)

$$\begin{aligned}\text{Power pompa} &= 997 \times 9,87 \times 27,89 \times 0,0034 \\ &= 932,97 \text{ watt}\end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, diperoleh power pompa sebesar 932,97 watt. Daya listrik pompa yang dipakai sesuai spesifikasi sebesar 5500 watt. Maka sesuai dengan persamaan 2.18 diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{efisiensi pompa} &= \frac{\text{Power Pompa}}{\text{Daya pompa}} \times 100 \% \\ &= \frac{932,97}{5500} \times 100\% \\ &= 17 \%\end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, diperoleh efisiensi *delivery pump* yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih sebesar 17 %.

4.3 Air Kotor

Berdasarkan Peraturan Gubernur Provinsi DKI Jakarta nomor 122 tahun 2005, dalam satu hari kebutuhan air bersih maksimal 250 liter/hari/orang. Oleh karena itu dalam 1 hari dihasilkan sekitar 200 liter/hari/orang air kotor. Sistem pengolahan air kotor ini juga penting dalam sistem plumbing, pengolahan air limbah ini bertujuan agar distribusi

air kotor bisa dikelola menjadi air yang ramah lingkungan dengan sistem STP (*Sewage Treatment Plant*).

4.3.1 Kapasitas tank air kotor (*biocell*)

Kapasitas tank air kotor salah satu bagian penting dalam sistem plumbing. Pentingnya pengolahan air kotor dapat membantu lingkungan yang lebih sehat dan nyaman. Berikut merupakan perhitungan kapasitas tank air kotor berdasarkan Peraturan Gubernur Provinsi DKI Jakarta nomor 122 tahun 2005 yang mengatur penggunaan air kotor dalam bangunan apartement yaitu 200 liter/orang/hari.

Tabel 4.19 Kapasitas tank air kotor

Jumlah penghuni	Air kotor (Liter)	Safety factor (20%)	Satuan
50	10000	12000	Liter
100	20000	24000	Liter
150	30000	36000	Liter
200	40000	48000	Liter
Rata rata = 125	25000	30000	Liter

Berdasarkan tabel 4.15 untuk sehari air kotor yang dihasilkan rata-rata 30000 liter atau sekitar 30 m³.

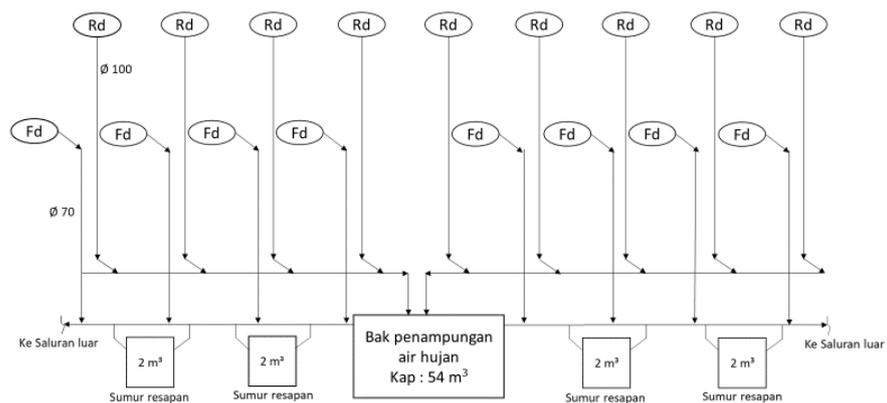
4.3.2 Bak Penampung Air Hujan

Pemanfaatan air hujan sebagai cadangan air bersih sangat banyak keuntungannya. Volume bak penampungan air hujan pada apartemen ini sebesar 54 m². Berikut merupakan rata rata curah hujan yang turun dari 2018-2021 menurut Badan Pusat Statistik DKI Jakarta.

Tabel 4.20 Curah hujan Kecamatan Cempaka Putih

Bulan.	Curah Hujan Kecamatan Cempaka Putih (mm)			
	2021	2020	2019	2018
Januari	332,8	618	383,9	215,1
Pebruari	604,4	1043,2	270,1	431,2
Maret	244,1	220,7	327,3	188,6
April	213,9	182,8	194,6	159,1
Mei	203,6	50,4	47,8	16,7
Juni	79,1	21,1	23,1	12,6
Juli	35,8	12,1	-	14,5
Agustus	79,7	101	-	33
September	113,4	151,9	1	62
Oktober	182,1	208,3	1	133,8
November	134,1	87,3	50,1	140,9
Desember	171,6	134,7	263,8	52,3
Rata-Rata	199,55	235,96	156,27	121,65

Dari tabel diatas, di dapat data rata-rata curah hujan dari tahun 2018 sampai 2021 sebesar 178,36 mm untuk daerah cempaka putih. Berikut merupakan diagram untuk pipa air hujan.



Gambar 4.6 Diagram pipa air hujan

Pada gambar diatas diketahui pipa untuk roof drain berdiameter 100 mm dengan kemiringan 1% yang mengaliri air hujan menuju bak penampungan air hujan sebesar 54 m.