

BAB II

PERANCANGAN BIDANG KEAIRAN

2.1 Pendahuluan

Air merupakan salah satu kebutuhan yang sangat penting bagi kelangsungan makhluk hidup. Air bersih ialah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari. Tujuan dari system penyediaan air bersih adalah agar dapat menyalurkan air bersih kepada konsumen dalam jumlah yang cukup.

Pada sistem air bersih, penyediaan air harus dapat mencapai daerah distribusi dengan debit, tekanan dan kuantitas yang cukup dengan kualitas air sesuai standar/higienis. Oleh karena itu perencanaan penyediaan air bersih harus dapat memenuhi jumlah yang cukup, higienis, teknis yang optimal dan ekonomis. Dalam menghitung system penyediaan air bersih, perlu dilakukan penyusunan rencana dasar yaitu analisis kebutuhan air, penentuan jaringan utama, jalur pipa, diagram system plumbing, ukuran reservoir bawah dan atas.

Berikut pengelompokkan sistem penyediaan air bersih :

1. Sistem sambungan langsung.
Sistem sambungan langsung adalah sebuah sistem yang dimana pipa distribusi menuju bangunan bersmbungan langsung dengan pipa cabang dari sistem penyedia air minum dengan cara kolektif (pipa cabang distribusi PDAM)
2. Sistem dengan tangki air atas.
Sistem tangki air atas diterapkan apabila sistem sambungan langsung tidak dapat digunakan pada bangunan. Secara umum sumber air yang digunakan untuk sistem ini adalah air yang berasal dari reservoir bawah.
3. Sistem dengan tangka tekan.
Sistem tangki tekan digunakan apabila air yang masuk ke dalam bangunan alirannya menggunakan pompa

2.1.1 Analisis Kebutuhan Air

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002, bahwa air bersih yaitu air yang dipergunakan untuk keperluan sehari-hari dan kualitasnya memenuhi persyaratan kesehatan air bersih sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku dan dapat diminum apabila dimasak.

Dalam perencanaan sistem penyediaan air bersih suatu bangunan, kebutuhan air bersih tergantung dari fungsi kegunaan bangunan, jumlah peralatan saniter dan jumlah penghuninya. Kebutuhan air bersih dapat dihitung dengan tiga cara yaitu, berdasarkan jumlah penghuni, berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing dan berdasarkan beban unit alat plambing.

1. Berdasarkan jumlah penghuni.

Penggunaan air bersih pada tiap-tiap gedung berbeda tergantung jumlah penghuninya dan luas dari bangunan tersebut. Tabel 2.1 dibawah ini merupakan jumlah pemakaian air rata-rata perhari.

Tabel 2. 1 Pemakaian air rata – rata perhari

No	Jenis Gedung	Pemakaian air rata-rata sehari (liter)	Jangka waktu pemakaian air rata-rata sehari (jam)	Perbandingan luas lantai efektif/total (%)	Keterangan
1	Perumahan mewah	250	8-10	42-45	Setiap penghuni
2	Rumah biasa	160-250	8-10	50-53	Setiap penghuni
3	Apartemen	200-250	8-10	45-50	Mewah 250 liter ; Menengah 180 liter ; Bujangan 100 liter
4	Asrama	120	8		Bujangan
5	Rumah sakit	Mewah >1000 Menengah 500-1000 Umum 350-500	8-10	45-48	(setiap tempat tidur pasien) Pasien luar: 8 lt ; Keluarga: 160 lt ; Staf/pegawai: 120 lt
6	Sekolah dasar	40	6	58-60	Guru: 100 liter
7	SLTP	50	6	58-60	Guru: 100 liter
8	SLTA dan lebih tinggi	80	8		Guru/dosen: 100 liter
9	Rumah-toko	100-200	8		Penghuninya: 160 liter
10	Gedung kantor	100	8	60-70	Setiap pegawai.
11	Toserba (toko serba ada, department store)	3	7	55-60	Pemakaian air hanya untuk kakus, belum termasuk untuk bagian restorannya.
12	Pabrik/industri	Buruh pria: 60 Wanita: 100	8		Per orang, setiap giliran (kalau kerja lebih dari 8 jam sehari).
13	Stasiun/terminal	3	15		setiap penumpang (yang tiba maupun berangkat).
14	Restoran	30	5		Untuk penghuni: 160 liter
15	Restoran umum	15	7		Untuk penghuni: 160 liter Pelayan: 100 liter 70% dari jumlah tamu perlu 15 liter/orang untuk kakus, cuci tangan dsb
16	Gedung pertunjukan	30	5		Kalau digunakan siang dan malam, pemakaian air dihitung per penonton. Jam pemakaian air dalam tabel adalah untuk satu kali pertunjukan.
17	Gedung bioskop	10	3		Kalau digunakan siang dan malam, pemakaian air dihitung per penonton. Jam pemakaian air dalam tabel adalah untuk satu kali pertunjukan.
18	Toko pengecer	40	6		Pedagang besar: 30 liter/tamu, 150 liter/staf atau 5 liter per hari setiar m2 luas lantai
19	Hotel penginapan	250-300	10		Untuk setiap tamu, untuk staf 120-150 liter; penginapan 200 liter.
20	Gedung peribadatan	10	2		Didasarkan jumlah jamaah per hari.
21	Perpustakaan	25	6		Untuk setiap pembaca yang tinggal.
22	Bar	30	6		Setiap tamu.
23	Perkumpulan social	30			Setiap tamu.
24	Kelab malam	120-350			Setiap tempat duduk
25	Gedung perkumpulan	150-200			Setiap tamu.
26	Laboratorium	100-200	8		Setiap staf

(Sumber : Soufyam M. Noerbambang dan Takco Moerimura, 1993:48)

Untuk mengetahui kebutuhan air berdasarkan jumlah penghuni dapat ditentukan dengan menghitung:

a. Jika data jumlah penghuni tidak diketahui.

- Luas lantai seluruhnya
- Luas gedung efektif
- Kepadatan penghuni ($5 - 10 \text{ m}^3/\text{orang}$)

Jumlah Penghuni

$$= \frac{\text{Perbandingan luas lantai efektif total (\%)} \times \text{Luas Gedung}}{\text{Luasan akses bagi setiap orang}}$$

- Pemakaian air rata-rata sehari
- Antisipasi kebocoran ($\pm 20\%$)
- Pemakaian air rata-rata efektif (Q_h) dan jam puncak ($Q_h\text{-max}$)

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

$$C_1 = \text{Konstanta} \rightarrow \text{Berkisar antara } 1,5 - 2,0$$

$$Q_m\text{-maks} = C_2 \times Q_h$$

$$C_2 = \text{Konstanta} \rightarrow \text{Berkisar antara } 3,0 - 4,0$$

b. Jika data jumlah penghuni diketahui.

Misal 100 keluarga terdiri dari ayah, ibu, dua anak dan asisten rumah tangga pada perumahan, maka jumlah penghuninya $100 \times 5 = 500$ orang.

- Diketahui pemakaian air rata – rata sehari = 250 liter per orang/hari

$$\begin{aligned} Q_d &= \text{Hunian} \times \text{pemakaian air sehari} - \text{hari} \\ &= 500 \times 250 \text{ liter per orang/hari} \\ &= 12.500 \text{ liter / hari} \\ &= 125 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

maka pemakaian air sehari

$$\begin{aligned} 500 \times 250 &= 125.000 \text{ liter/hari} \\ &= 125 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

- Hasil tersebut perlu ditambahkan 20% untuk antisipasi kebocoran instalasi, tetesan air pada kran, dll, maka :

$$\begin{aligned} Q \text{ Kebocoran} &= 125.000 \text{ liter/hari} \times 20\% \\ &= 25.000 \text{ liter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q \text{ Total} &= Q \text{ kebocoran} + Q_d \\ &= 25.000 \text{ liter} + 125 \text{ liter/hari} \\ &= 25.125 \text{ liter/hari} \\ &= 25.13 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

- Pemakaian air rata-rata efektif

$$\begin{aligned} Q_h &= \frac{Q_d \text{ total}}{T} \\ &= \frac{25.13 \text{ m}^3/\text{hari}}{6 \text{ jam/hari}} \\ &\text{(waktu pemakaian diasumsikan 6 jam)} \\ &= 5,026 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

- Pemakaian air jam puncak

$$\begin{aligned} Q_h \text{ max} &= C1 \times Q_h \\ &= 2 \times 5,026 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 10,052 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

2. Berdasarkan Jenis dan Jumlah Alat Plumbing

Metode ini dapat memperkirakan adanya faktor pemakaian serentak dari pada alat- alat plumbing yang dipakai secara bersamaan. Digunakan apabila kondisi pemakaian air diketahui dan jumlah dari setiap jenis alat plumbing yang digunakan dalam gedung tersebut. Untuk mengetahui Faktor pemakaian dan jumlah alat plumbing dapat dilihat pada tabel 2.2 dan tabel 2.3 dibawah ini.

Tabel 2. 2 Faktor pemakaian (%) dan jumlah alat plumbing

Jenis alat plumbing (Y)%	Jumlah alat plumbing (X)											
	1	2	4	8	12	16	24	32	40	50	70	100
Kloset dengan katup glontor	1	50 satu	50 2	40 3	30 4	27 5	23 6	19 7	17 7	15 8	12 9	10 10
Alat plumbing biasa	1	100 satu	75 3	55 5	48 6	45 7	42 10	40 13	39 16	38 19	35 25	33 33

(Sumber: Soufyan Moh.Noerbambang dan Takeo Morimura, 2000)

Cara Interpolasi

$$\frac{X_n - X_1}{X_2 - X_1} = \frac{Y_n - Y_1}{Y_2 - Y_1}$$

Dimana :

Y_n = Faktor Pemakaian

Y_1 = Jenis Alat Plumbing Pada Jumlah 1

Y_2 = Jenis Alat Plumbing Pada Jumlah 2

X_1 = Jumlah Alat Plumbing 1

X_2 = Jumlah Alat Plumbing 2

X_n = Jumlah Alat Plumbing Yang Akan Dicari

Tabel 2. 3 Jenis Alat Plumbing

No	Nama alat plumbing	Pemakaian air untuk penggunaan satu kali (liter)	Penggunaan per jam	Laju aliran (liter/min)
1	Kloset (dengan katup gelantor)	13,5-16,5	6-12	110-180
2	Kloset (dengan tangki gelantor)	13-15	6-12	15
3	Peturasan (dengan katup gelantor)	5	12-20	30
4	Peturasan, 2-4 orang (dengan tangki gelantor)	Sep-18	12	1,8-3,6
5	Peturasan, 5-7 orang (dengan tangki gelantor)	22,5-31,5	12	4,5-6,3
6	Bak cuci tangan kecil	3	12-20	10
7	Bak cuci tangan biasa (lavatory)	10	6-12	15
8	Bak cuci dapur (sink) Dengan keran 13 mm	15	6-12	15
9	Bak cuci dapur (sink) Dengan keran 20 mm	25	6-12	25
10	Bak mandi rendam(bath tub)	125	3	30
11	Pancuran mandi (shower)	24-60	3	12
12	Bak mandi gaya jepang	Tergantung ukurannya		30

(Sumber: Soufyan Moh.Noerbambang dan Takeo Morimura, 2005)

3 Berdasarkan Unit Beban Alat Plumbing

Metode ini digunakan untuk perhitungan kebutuhan air bersih menggunakan unit beban alat plumbing. Ditentukan jenis dan jumlah dari masing-masing alat plumbing yang digunakan dalam sebuah gedung bangunan konstruksi kemudian ditentukan unit beban alat plumbingnya dengan mengacu pada SNI 03-7065-2005 tentang tata cara perencanaan system plumbing.

2.1.2 Sistem Pemipaan

Dalam merancang suatu plant, tidak terlepas dari sistem perpipaan dan dalam hal ini perancangan perpipaan harus benar-benar aman dan memiliki fleksibilitas yang cukup (Manurung dkk, 2013).

Sistem perpipaan terdiri dari banyak komponen yang saling berinteraksi, yang dihubungkan dengan beberapa peralatan (equipment), untuk mencapai pemrosesan yang baik dalam suatu plant. Sistem perpipaan merupakan bagian dari semua fasilitas fisik termasuk pipa, sambungan, valve, flange, regulator, cpressure vessel, relief valve, unit compressor dan alat-alat lain yang terpasang pada pipa (Anindyta dkk, 2018).

2.1.3 Reservoir

Reservoir merupakan tempat penampungan air bersih, pada sistem penyediaan air bersih. Umumnya reservoir ini diperlukan pada suatu sistem penyediaan air bersih yang melayani suatu wilayah. Reservoir memiliki fungsi dan peranan tertentu yang diperlukan agar sistem penyediaan air bersih tersebut dapat berjalan dengan baik

Fungsi utama dari reservoir adalah untuk menyeimbangkan antara debit produksi dan debit pemakaian air. Pada waktu yang bersamaan, debit produksi air bersih tidak dapat selalu sama besarnya dengan debit pemakaian air. Pada saat jumlah produksi air bersih lebih besar daripada jumlah pemakaian air, maka kelebihan air tersebut untuk sementara disimpan dalam reservoir, dan digunakan kembali untuk memenuhi kekurangan air pada saat jumlah produksi air bersih lebih kecil daripada jumlah pemakaian air.

Rumus yang digunakan untuk perhitungan reservoir adalah :

1. Reservoir Berdasarkan rumus

- a. Dihitung besarnya kapasitas pipa dinas (Q_s)

$$Q_s = \frac{2}{3} Q_h$$

Dimana :

Q_h = Jumlah kebutuhan air rata – rata per jam (m^3/jam)

Q_s = Kapasitas pipas dinas (m^3/jam)

- b. Dihitung besarnya volume ground reservoir

$$\text{Volume ground reservoir} = [Q_d - (Q_s \times T)]$$

Dimana :

Q_d = Jumlah kebutuhan air per hari ($m^3/hari$)

Q_s = Kapasitas pipa dinas (m^3/jam)

T = Rata – rata jangka waktu pemakaian (jam/hari)

- c. Dihitung besarnya volume ground reservoir

$$\text{Volume} = ((Q_p - Q_{h_{max}}) T_p - (Q_{pu} \times T_{pu}))$$

Dimana :

Q_p = kebutuhan menit puncak ($m^3/menit$)

$Q_{h_{max}}$ = kebutuhan jam puncak ($m^3/menit$)

Q_{pu} = kapasitas pompa pengisi ($m^3/menit$)

T_p = waktu kebutuhan puncak (menit)

T_{pu} = waktu kerja pompa pengisi (menit)

2.1.4 Pompa Air

Pompa air adalah suatu alat untuk menaikkan air dari level yang rendah ke level yang lebih tinggi. Dalam merencanakan sistem plumbing pada apartemen, perhitungan kebutuhan pompa air harus tepat, agar pendistribusian air setiap unit dapat tersalurkan dengan baik. Ada 2 metode yang dibutuhkan untuk menghitung kebutuhan pompa, diantaranya adalah :

1. Perhitungan daya pompa

Daya pompa adalah tenaga yang diperlukan untuk mengalirkan air. Headstatis dan headloss pada pipa diperlukan untuk menghitung daya pompa.

Berikut adalah perhitungan daya pompa dari ground tank ke roof tank :

$$P = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{80\%}$$

Dimana :

g : Kecepatan gravitasi (9,8 m/s²)

Q : Kapasitas pompa (m³/detik)

H : Head total (m)

2. Menghitung kecepatan aliran yang sebenarnya

Rumus untuk menghitung kecepatan aliran sebenarnya adalah :

$$A = 1 \times \pi \times d^2$$

2.1.5 Sumur Resapan

Sumur resapan adalah salah satu cara untuk konservasi air tanah. Sumur berfungsi untuk memasukan air hujan ke dalam tanah. Sumur resapan dapat digunakan untuk melestarikan air tanah dan mengurangi resiko genangan air hujan atau banjir yang dilakukan dengan membuat sumur yang menampung dan meresapkan curahan air hujan

Ada beberapa manfaat dari pembuatan sumur resapan, diantaranya adalah :

- Jumlah air yang masuk ke dalam tanah akan bertambah sehingga kesetimbangan hidrologi dapat terjaga dan dapat mencegah instruksi air laut
- Pori-pori tanah terisi dan bisa mencegah terjadinya penurunan tanah
- Mereduksi dimensi jaringan drainase
- Konsentrasi pencemaran air tanah akan turun
- Tinggi muka air tanah tidak berubah
- Dapat mencegah banjir karena mengurangi limpasan permukaan

Rumus yang digunakan untuk menghitung keperluan sumur resapan adalah :

a. Volume andil banjir digunakan rumus :

$$V_{ab} = 0,855 \times C_{tadap} \times A_{tadap} \times R$$

Dimana :

V_{ab} : Volume andil banjir yang akan ditampung sumur resapan (m³)

- C tadah : Koefisien limpasan dari bidang tadah (tanpa satuan)
 A tadah : Luas bidang tadah (m²)
 R : Tinggi hujan harian rata-rata (mm/hari)

- b. Volume air hujan yang meresap digunakan rumus

$$V_{rsp} = \frac{te}{24} \times A_{tadah} \times K$$

Dimana :

- V_{rsp} : Volume air hujan yang meresap (m²)
 te : Durasi hujan efektif (jam) = 0,9 . R . 0,92 / 60 (jam)
 A total : Luas dinding sumur + luas alas sumur (m²)
 K : Koefisien permeabilitas tanah (m/hari)

2.1.6 Saluran Drainase

Saluran drainase adalah saluran pembuangan massa air secara alami maupun secara buatan yang terletak di atas maupun bawah permukaan suatu tempat. Secara umum saluran drainase adalah saluran pembuangan air yang berlebihan.

- a. Perhitungan debit rencana

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

Dimana :

Q = debit limpasan (m³/s) C = koefisien limpasan

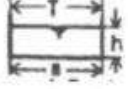


I = intensitas hujan (m/jam)

A = luas daerah pengaliran (m²)

- b. Penampang saluran drainase.

Beberapa bentuk dan perhitungan dari saluran drainase dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut.

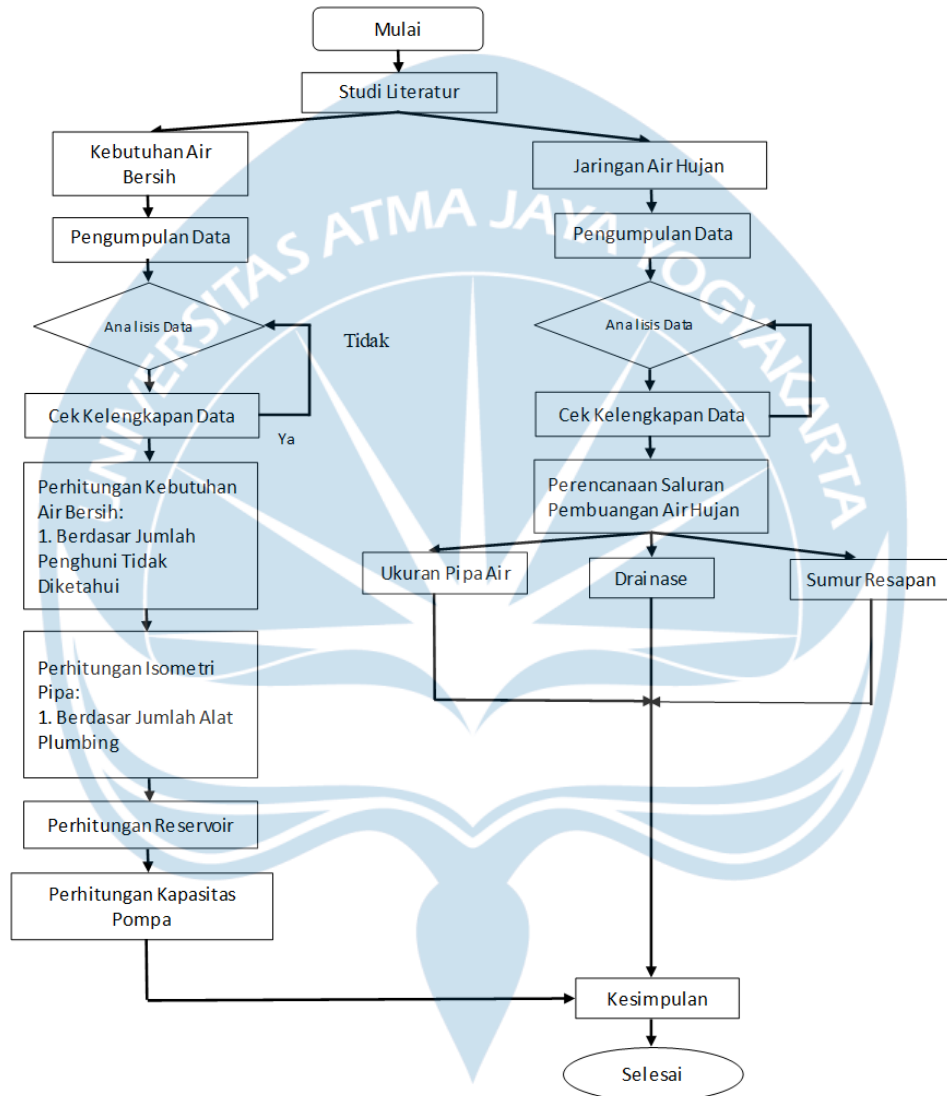
Tabel 2. 4 Unsur-Unsur Geometris Penampang Saluran

Penampang Melintang	Area (A)	Keliling Penampang Basah (P)	Radius (R)	Lebar Atas (T)	Kedalaman (D)
 Persegi Panjang	bh	$b+2h$	$\frac{bh}{b+2h}$	b	h
 Trapesium	$(b+zh)h$	$b+2h\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zh)h}{b+2h\sqrt{1+z^2}}$	$b+zy$	$\frac{(b+zh)h}{b+2z}$
 Segitiga	zh^2	$2h\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zh}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zh$	$\frac{1}{2h}$

(Sumber : Ven Te Chow,1959)

2.2 Hasil dan Pembahasan

Berikut merupakan gambar bagan alir pada perancangan bidang keairan.



Gambar 2. 1 Bagan ALir Perancangan Bidang Keairan

2.2.1 Analisis Kebutuhan Air Berdasarkan Penduduk Tidak di Ketahui

Untuk perhitungan bangunan Apartemen di Kecamatan Gubeng, memiliki 9 lantai + 2 basement, perhitungan yang diperlukan untuk menganalisis kebutuhan air nya jika penduduk nya tidak diketahui adalah sebagai berikut :

1. Luas gedung efektif
 Luas gedung efektif = 50% x (Luas gedung 2 basement + 9 lantai)
 = 50 % x 21.164,87
 = 10.582 m²

2. Kepadatan penghuni
 Kepadatan Penghuni = $\frac{\text{luas gedung efektif}}{\text{luaskepadatan hunian}}$
 = $\frac{10.582}{10m^2}$
 = 1.058,244 m² = 1.058 orang

3. Pemakaian Air Rata – Rata Sehari
 Apartemen = 250 per orang/hari
 Qd = Hunian x Pemakaian air sehari-hari
 = 1.058 x 250 per orang/hari
 = 264.500 liter/hari
 = 264,5 m³/hari

4. Antisipasi Kebocoran
 Q Kebocoran = Qd x 20%
 = 264,5 m³/hari x 20 %
 = 52.900 liter/hari
 Q total = Q kebocoran + Qd
 = 52.900 + 264,5
 = 53, 1645 m³/hari

5. Pemakaian Air Rata-Rata Efektif
 Qh = $\frac{Qd \text{ total}}{T}$ (T = 8 jam/hari)
 = $\frac{53,1645m^3/hari}{8 \text{ jam/hari}}$
 = 33,0625 m³/jam

6. Pemakaian Air Jam Puncak
 Qh-Max = C₁ x Qh C₁ = Konstanta berkisar 1,5 – 2,0
 Qh-maks = C₂.Qh C₂ = Konstanta berkisar 3,4 – 4,0

$$\begin{aligned}
 Q_h \text{ Max} &= 2 \times 33,0625 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 66,125 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 Q_m \text{ Max} &= C2 \times Q_h \\
 &= 4 \times 66,125 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 264,500 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

7. Kebutuhan Air Kolam Renang

Kedalaman kolam renang dewasa : Kedalaman diasumsikan 1,2 m

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang Kolam (p)} &= 8 \text{ m} \\
 \text{Lebar Kolam (l)} &= 8 \text{ m} \\
 \text{Tinggi kolam (t)} &= 1,2 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= p \times l \times t \\
 \text{Volume} &= 8 \times 8 \times 1,2 \\
 &= 76,8 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Kedalaman kolam renang anak-anak (Kedalaman diasumsikan 1 m)

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang Kolam (p)} &= 8 \text{ m} \\
 \text{Lebar Kolam (l)} &= 5 \text{ m} \\
 \text{Tinggi kolam (t)} &= 1 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= 8 \times 5 \times 1 \\
 &= 40 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka volume kolam renang keseluruhan} &= 76,8 \text{ m}^3 + 40 \text{ m}^3 \\
 &= 116,8 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Asumsi kehilangan air oleh pemakai dan evaporasi = 1% dari volume kolam.

Maka kehilangan yang terjadi :

$$\begin{aligned}
 \text{Kolam renang dewasa} &= (1\% \times 76,8) \\
 &= 0,768 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 2,668 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Kolam renang anak-anak} &= (1\% \times 40) \\
 &= 0,4 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Proses resirkulasi kolam dilakukan 2 kali sehari, sehingga volume air yang harus ditambahkan dalam waktu 1 hari.

$$= (0,768 + 0,4)$$

$$= 1,168 \text{ m}^3$$

Total kebutuhan air untuk kolam renang, resirkulasi kolam adalah: volume total kolam renang + volume resirkulasi x 2

$$= 116,8 \text{ m}^3 + 1,168 \text{ m}^3 \times 2$$

$$= 119,136 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 4,964 \text{ m}^3/\text{jam}$$

8. Kebutuhan air mushola

- Luas Mushola = 32 m²

- Luas area yang dipakai per orang = 1,5 m²/orang

- Kapasitas Mushola

$$= \frac{\text{Luas Mushola}}{\text{Luas area yang dipakai per orang}}$$

$$= \frac{32 \text{ m}^2}{1,5 \text{ m}^2}$$

$$= 48 \text{ orang}$$

- Waktu efektif 1 jam, waktu sholat 15 menit

- Turn Over = 60 menit / 15 menit

$$= 4 \text{ kali}$$

$$= \text{turn over} \times 5 \times \text{kapasitas}$$

$$= 4 \times 5 \times 48 \text{ orang}$$

$$= 960 \text{ orang}$$

- Asumsi kebutuhan air mushola per hari 10 liter/orang/hari.

- Total kebutuhan = kebutuhan air pengunjung x jumlah pengunjung

$$= 960 \text{ orang} \times 10 \text{ liter/orang/hari}$$

$$= 9.600 \text{ liter / hari}$$

$$= 9,6 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 0,4 \text{ m}^3/\text{jam}$$

2.2.2 Analisis Kebutuhan Berdasarkan Unit Beban Alat Plumbing

Sebuah apartemen di Kecamatan Gubeng, Kota Surabaya diperkirakan dihuni sekitar 1058 orang, apartemen ini memiliki 4 tipe kamar diantaranya adalah unit studio, unit 2 BR, unit 2 BR Deluxe, dan unit 3 BR Deluxe.

Untuk tipe kamar unit studio dilengkapi dengan 1 kamar tidur, ruang tamu, 1 bak cuci tangan, 1 bak cuci dapur, 1 kloset duduk lengkap dengan bak penggelontor, dan kamar mandi dengan shower

Untuk tipe kamar unit 2 BR fasilitas yang disediakan adalah 2 kamar tidur, ruang tamu, 1 bak cuci tangan, 1 bak cuci dapur, 1 kloset duduk dengan bak penggelontor, dan kamar mandi dengan shower.

Untuk tipe kamar unit 2 BR deluxe dilengkapi dengan 2 kamar tidur, ruang tamu, 1 bak mandi (bathub), 2 bak cuci tangan, 1 kamar mandi dengan shower, 2 kloset duduk dengan bak penggelontor, dan 1 bak cuci dapur.

Untuk tipe kamar unit 3 BR Deluxe dilengkapi dengan fasilitas 3 kamar tidur, ruang tamu 1 bak cuci tangan, 2 kloset duduk lengkap dengan bak penggelontor, 2 bak cuci tangan, 1 kamar mandi dengan shower, 1 bak mandi (bathub) dan 1 bak cuci dapur

Berikut hasil analisis perhitungan unit beban alat plumbing dari apartemen gubeng surabaya, dapat dilihat pada tabel 2.5 dibawah ini.

Tabel 2. 5 Analisis Berdasarkan Unit Beban Alat Plumbing

Jenis Alat Plumbing	Jumlah Alat Plumbing	Unit Beban Alat Plumbing	Jumlah Unit Beban Alat Plumbing
Kloset katup gelontor (Umum)	45	10	450
Kloset katup gelontor	110	6	660
Bak cuci dapur (Umum)	4	2	8
Bak cuci dapur (Pribadi)	92	2	184
Bak cuci tangan (Umum)	34	2	68
Bak cuci tangan (Pribadi)	130	1	130
Bathub	51	2	102
Shower (Pribadi)	140	2	280
Kran (Umum)	40	2	80
Kran (Pribadi)	232	2	464
Kran musola	12	2	24
Total			2450

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari tabel 2.5 , Debit aliran yang digunakan ialah sebesar 1.945 liter/menit atau 1,495 m³/menit atau 60 m³/jam

2.2.3 Analisis Berdasarkan Unit dan Jumlah Alat Plumbing.

Berikut hasil analisis perhitungan Berdasarkan unit dan jumlah alat plumbing dari apartemen gubeng surabaya, dapat dilihat pada tabel 2.6 dibawah ini.

Tabel 2. 6 Unit dan alat plumbing

Jenis Alat Plumbing	Jumlah Alat Plumbing	Pemakaian Air Rerata Sehari (Lt)	Penggunaan / Jam	Debit Aliran (Lt/Jam)	Faktor Pemakaian (%)	Qefektif (Lt/Jam)
Kloset katup gelontor (Umum)	45	16,5	8	5940	16	950,4
Kloset katup gelontor (Pribadi)	110	13,5	6	8910	11	980,1
Bak cuci dapur + Kran (Umum)	44	15	8	5280	75	3960
Bak cuci dapur + Kran (Pribadi)	324	15	6	29160	35,75	10424,7
Bak cuci tangan + Kran (Umum)	74	10	8	5920	38,75	2294
Bak cuci tangan + Kran (Pribadi)	362	10	6	21720	34	7384,8
Bathub	51	125	3	19125	40	7650
Shower (Pribadi)	140	60	3	25200	34	8568
Kran musola	40	10	6	2400	48	1152

(Sumber : Hasil Perhitungan)

$$\begin{aligned} \text{Total Qh} &= 43,364 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 0,722273 \text{ m}^3/\text{menit} \end{aligned}$$

2.2.4 Perhitungan Reservoir Bawah

1. Dihitung Berdasarkan Pipa Dinas (Q_s)

$$Q_s = \frac{2}{3} Q_h$$

Dimana :

Q_h : Jumlah kebutuhan air rata-rata perjam

Q_s : Kapasitas pipa dinas (m^3/jam)

Perhitungan :

$$Q_h = 33,0625 \text{ m}^3/jam$$

$$Q_s = \frac{2}{3} \times 33,0625 \text{ m}^3/jam$$

$$= 22,04167 \text{ m}^3/jam$$

2. Dihitung besarnya volume grand reservoir.

Rumus yang digunakan adalah :

$$\text{Volume} = [Q_d - (Q_s \times T)]$$

Dimana :

Q_d : Jumlah kebutuhan air perhari ($m^3/hari$)

Q_s : Kapasitas pipa dinas (m^3/jam)

T : Rata-rata jangka waktu pemakaian (jam/hari)

Perhitungan :

$$Q_d = 264,5 \text{ m}^3 /hari$$

$$Q_s = 22,04 \text{ m}^3/jam$$

$$T = 8 \text{ jam}$$

$$\text{Volume Ground Reservoir} = [264,5 - (22,04 \times 8)]$$

$$= 88,167 \text{ m}^3$$

$$\text{Digunakan 3 tangki} = 88,167/3 \text{ m}^3$$

$$= 29 \text{ m}^3$$

2.2.5 Perhitungan Reservoir Atas

1. Dihitung besarnya volume rooftank

$$VE = \{(Q_p - Q_{h-max}) T_p - (Q_{pu} T_{pu})\}$$

Dimana :

$$Q_p = 52,9 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$Q_{h-\text{max}} = 0,367361 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$T_p = 540 \text{ menit}$$

$$Q_{pu} = 52,9 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$T_{pu} = 180 \text{ menit Perhitungan :}$$

$$VE = \{(52,9 - 0,367361) 540 - (52,9 \times 180)\}$$

$$= 18.846 \text{ m}^3$$

$$= 18.846.000 \text{ liter}$$

Digunakan 2 tangki roof tank 9 m^3 yang diproduksi oleh PT. Energi Putra

Bangsa

Berikut tabel 2.7 menunjukkan ukuran dimensi roof tank dari pabrik :

Tabel 2. 7 Ukuran Dimensi Roof Tank dari Pabrik

TANGKI AIR FRP-KOTAK				
No	Ukuran (cm)			Harga Call Us
	Panjang	Lebar	Tinggi	Volume
1	200	200	100	4000
2	200	200	150	6000
3	200	200	200	8000
4	300	200	200	12000
5	300	300	200	18000
6	400	300	200	24000
7	400	400	200	32000
8	500	400	200	40000
9	500	400	300	60000
10	600	500	300	90000

(Sumber : PT. Energi Putra Bangsa.)

2.2.6 Daya Pompa

1. Perhitungan daya pompa

- Daya Pompa

Rumus yang digunakan adalah :

$$P = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{80\%}$$

Dimana :

P : Daya pompa (Watt)

ρ : Massa jenis air (998,23 kg/m³ untuk suhu 20°C)

g : Kecepatan gravitasi (9,8 m/s²)

Q : Kapasitas pompa (m³/detik)

H : Head total (m)

Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{998,23 \times 9,81 \times 0,0167 \times 28,204}{80\%} \\
 &= 5757,64 \text{ watt} \\
 &= 5,758 \text{ Kwh} \\
 &= 7,83 \text{ PK}
 \end{aligned}$$

2.2.7 Jaringan Air Hujan

Data hujan yang dipakai dalam menghitung jaringan air hujan ialah data curah hujan dari stasiun kalijoho Yogyakarta. Berikut hasil Analisa intensitas hujan dari data curah hujan pada stasiun kalijoho Yogyakarta dapat dilihat pada tabel 2.8

Tabel 2. 8 Data Curah Hujan Stasiun Kalijoho Yogyakarta.

Tahun	R24 (mm)
1985	173
1986	84
1987	118
1988	113
1989	66
1990	57
1991	108
1992	151
1993	104
1994	136
Max	173
Average	111,00
Min	57

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Berikut tabel 2.9 menunjukkan hasil Perhitungan parameter statistik curah hujan yang bertujuan untuk menentukan nilai S, Cs, Ck, dan Cv.

Tabel 2. 9 Perhitungan Parameter Statistic Curah Hujan

Tahunan	n	Hujan (Xi)	(Xi-Xrt)	(Xi-Xrt)^2	(Xi-Xrt)^3	(Xi-Xrt)^4
1985	1	173	62,00	3844,00	238328,00	14776336,00
1986	2	84	-27,00	729,00	-19683,00	531441,00
1987	3	118	7,00	49,00	343,00	2401,00
1988	4	113	2,00	4,00	8,00	16,00
1989	5	66	-45,00	2025,00	-91125,00	4100625,00
1990	6	57	-54,00	2916,00	-157464,00	8503056,00
1991	7	108	-3,00	9,00	-27,00	81,00
1992	8	151	40,00	1600,00	64000,00	2560000,00
1993	9	104	-7,00	49,00	-343,00	2401,00
1994	10	136	25,00	625,00	15625,00	390625,00
Total		1110	0,00	11850,00	49662,00	30866982,00
Average		111,00	mm			

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari hasil perhitungan parameter pada tabel 2.9, berikut standar deviasi yang diperoleh :

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Standar Deviasi (S)} &= \sqrt{\frac{\sum(Xi - \bar{X})^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{11850}{10-1}} \\
 &= 36,3 \\
 2. \text{ Koef. Kemencengan (Cs)} &= \frac{(n) \sum(Xi - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(\{S\})^3} \\
 &= \frac{10 \times 49.662}{(10-1)(10-2)(\{36,3\})^3} \\
 &= 0,1 \\
 3. \text{ Koef. Keruncingan (Ck)} &= \frac{(n)^2 \sum(Xi - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(\{S\})^4} \\
 &= \frac{10^2 \times 30.866.982}{(10-1)(10-2)(10-3)(\{36,3\})^4} \\
 &= 3,5 \\
 4. \text{ Koef. Variasi (Cv)} &= \frac{S}{\bar{X}}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{36,3}{111}$$

$$= 0,33$$

Jenis distribusi yang digunakan yaitu dengan metode Log Pearson III karena telah memenuhi persyaratan Untuk hasil perhitungan distribusi dapat dilihat pada tabe; 2.10 dibawah ini..

Tabel 2. 10 Log Person Tipe III

Tahun	n	Hujan (Xi)	Log (X)	Log (Xrt)	(Log X - Log Xrt)	(Log X - Log Xrt) ²	(Log X - Log Xrt) ³	(Log X - Log Xrt) ⁴
1985	1	173	2,24	2,045	0,193	0,037	0,007	0,001
1986	2	84	1,92	2,045	-0,121	0,015	-0,002	0,000
1987	3	118	2,07	2,045	0,027	0,001	0,000	0,000
1988	4	113	2,05	2,045	0,008	0,000	0,000	0,000
1989	5	66	1,82	2,045	-0,226	0,051	-0,012	0,003
1990	6	57	1,76	2,045	-0,289	0,084	-0,024	0,007
1991	7	108	2,03	2,045	-0,012	0,000	0,000	0,000
1992	8	151	2,18	2,045	0,134	0,018	0,002	0,000
1993	9	104	2,02	2,045	-0,028	0,001	0,000	0,000
1994	10	136	2,13	2,045	0,088	0,008	0,001	0,000
Total		1110	20,23	20,453	-0,228	0,214	-0,027	0,012
Average		111,00						
Log (X) rata-rata		2,0453						

(Sumber : Hasil Perhitungan)

- Log X rerata = 2,022567758
- Standar Deviasi (S log X) = 0,133511244
- Koef. Variasi (Cv log X) = 0,066010765
- Koef. Kemencengan (Cs log X) = -1,129980496
- Koef. Keruncingan (Ck log X) = 2,764015007

Setelah didapatkan nilai log X rerata, standar deviasi, koefisien kemencengan, maka berikutnya dilakukan perhitungan curah hujan maksimum yang dapat dilihat pada tabel 2.11 dibawah ini.

Tabel 2. 11 Periode Ulang (tahun)

No	Periode Ulang (Tahun)	Peluang (%)	S log X	log X rata-rata	Cs	k (dari tabel faktor frekuensi)	Y = log X	X (hujan max periode ulang)
1	2	50	0,154165506	2,0453	-1,03504904	0,185	2,0738123	118,5256329
2	5	20	0,154165506	2,0453	-1,03504904	0,853	2,1767799	150,2380492
3	10	10	0,154165506	2,0453	-1,03504904	1,110	2,2164318	164,6007405

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Berikut uji kecocokan distribusi frekuensi dengan Uji sebaran data yang dilakukan meliputi uji chi kuadrat dan uji Smirnov-Kolmogrov. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 2.12 dan 2.13 dibawah ini

Tabel 2. 12 Uji Smirnov Kolmogorov

Tahun	n	Hujan (Xi)	Urutan Data Terbesar	P(x) (n/m+1)	P (x<) (1-P(x))	P'(x) (n/m-1)	P'(x<) (1-P'(x))	D (P(x<)-P'(x<))
1985	1	173	173	0,0909	0,9091	0,1111	0,8889	0,02020
1986	2	84	151	0,1818	0,8182	0,2222	0,7778	0,04040
1987	3	118	136	0,2727	0,7273	0,3333	0,6667	0,06061
1988	4	113	118	0,3636	0,6364	0,4444	0,5556	0,08081
1989	5	66	113	0,4545	0,5455	0,5556	0,4444	0,10101
1990	6	57	108	0,5455	0,4545	0,6667	0,3333	0,12121
1991	7	108	104	0,6364	0,3636	0,7778	0,2222	0,14141
1992	8	151	84	0,7273	0,2727	0,8889	0,1111	0,16162
1993	9	104	66	0,8182	0,1818	1	0	0,18182
1994	10	136	57	0,9091	0,0909	1,1111	-0,1111	0,20202

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Delta Peluang Max (D Max) : 0,2020

D Kritis : 0,409

D max < D kritis maka menggunakan Tabel D Kritis Smimov (derajat kepercayaan 5%, n = 10)

Tabel 2. 13 Uji Chi Kuadrat

No	Nilai Batasan			Of	Ef	(Of - Ef) ²	(Of - Ef) ² / Ef
1	42,5	< X <	71,5	2	2	0	0,0
2	71,5	< X <	100,5	1	2	1	0,5
3	100,5	< X <	129,5	3	2	1	0,5
4	129,5	< X <	158,5	2	2	0	0,0
5	158,5	< X <	187,5	2	2	0	0,0
				10	10		
X²							1,0

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Nilai Chi-Kuadrat dari perhitungan = 1,0

Derajat kebebasan (DoF) = 2

Tingkat kesalahan α = 0,05 dari 5%

Nilai Chi-square kritis = 3,841459

Perhitungan intensitas hujan ditentukan dengan analisis *Intensity Duration Frequency* (IDF) dengan menggunakan rumus Mononobe. Hasil perhitungan analisis intensitas hujan dapat dilihat pada tabel 2.14 dibawah ini.

Tabel 2. 14 Intensitas Hujan dengan Metode Mononobe

I	IR24		
	2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun
	118,5256329	150,2380492	164,6007405
1	41,0905	52,0846	57,0639
2	25,8854	32,8113	35,9480
3	19,7543	25,0397	27,4335
4	16,3068	20,6698	22,6458
5	14,0528	17,8127	19,5156
6	12,4444	15,7740	17,2820
7	11,2291	14,2335	15,5942
8	10,2726	13,0212	14,2660
9	9,4969	12,0378	13,1886
10	8,8527	11,2213	12,2940
11	8,3077	10,5305	11,5372
12	7,8395	9,9370	10,8870
13	7,4321	9,4206	10,3213
14	7,0739	8,9665	9,8237
15	6,7559	8,5634	9,3821

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 2. 15 Hasil Perhitungan Debit Rencana

No	Periode Ulang (Tahun)	Jam	I (Intensitas Hujan)	c	A (km ²)	Q (m ³ /s)
1	2	1	41,0905	0,95	0,0016848	0,0183
		2	25,8854	0,95	0,0016848	0,0115
		3	19,7543	0,95	0,0016848	0,0088
		4	16,3068	0,95	0,0016848	0,0073
1	5	1	52,0846	0,95	0,0016848	0,0232
		2	32,8113	0,95	0,0016848	0,0146
		3	25,0397	0,95	0,0016848	0,0111
		4	20,6698	0,95	0,0016848	0,0092
1	10	1	57,0639	0,95	0,0016848	0,0254
		2	35,9480	0,95	0,0016848	0,0160
		3	27,4335	0,95	0,0016848	0,0122
		4	22,6458	0,95	0,0016848	0,0101

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari data yang diperoleh drainase yang akan dirancang menggunakan penampang melintang dengan bentuk segitiga dengan ukuran lebar penampang atas 1 meter, tinggi 0,5 meter, dan masing-masing sisi miring 1 meter

2.2.8 Sumur Resapan (Berdasarkan SNI 2002)

1. Volume Andil Banjir

$$\begin{aligned} C \text{ tadah} &= 0.85 \\ A \text{ tadah} &= 1.684.8 \text{ m} \\ I &= 41,09054 \text{ mm/jam} \\ R &= 0,0017121/\text{m}^2/\text{hari} \\ V_{ab} &= 50.288,54 \text{ liter} \\ &= 50,28854 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Volume Air Hujan yang Meresap

$$\begin{aligned} T_e &= 0,9 \times R^{0,92} / 60 \\ &= 0,002489 \text{ jam} \\ A \text{ total} &= \text{Luas Alas Sumur} + \text{Luas Dinding Sumur} \\ &= 20,61670179 \text{ m}^2 \\ K &= 0,6 \text{ m/hari} \\ V_{rsp} &= t_e / 24 \times A \text{ total} \times K \\ &= 0,0012829 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3. Volume Penampungan (Storasi) Air Hujan

$$\begin{aligned} V \text{ Storasi} &= V_{ab} - V_{rsp} \\ &= 173,7128 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

4. Penentuan Jumlah Sumur Resapan

$$\begin{aligned} \text{Kedalaman Sumur Rencana} &= 4 \text{ m} \\ \text{Diameter Sumur} &= 1,5 \text{ m} \\ \text{Luas Dinding Sumur} &= 18,84956 \text{ m}^2 \\ \text{Luas Alas Sumur} &= 1,767146 \text{ m}^2 \\ \text{Total kebutuhan sumur resapan} &= (V_{ab} - V_{rsp}) / A_h \\ &= 98,30132408/4 \\ &= 24,57533102 \\ &= 25 \text{ sumur resapan} \end{aligned}$$