

II. PERANCANGAN DRAINASE DAN PEMIPAAN

2.1 Latar Belakang

Sebuah bangunan gedung yang baik bukan hanya dilihat dari besar dan kekokohnya, tetapi juga dilihat dari bagaimana gedung tersebut dapat beroperasi dengan baik. Semakin besar sebuah gedung tentunya akan digunakan oleh semakin banyak orang sehingga kebutuhan air pun akan bertambah. Bukan hanya itu, semakin besar sebuah gedung juga berarti semakin besar juga kawasan tangkap air hujannya sehingga saat hujan terjadi semakin banyak air yang akan mengalir di area gedung tersebut

Maka dari itu dibutuhkan sistem penyediaan air bersih yang baik sehingga kebutuhan air pada gedung tersebut dapat tercukupi. Sistem penyediaan air yang umum adalah menggunakan tangki air bawah dan juga tangki air atas untuk menyimpan air. Air dari tangki bawah dipompa menuju tangki air atas kemudian dialirkan menggunakan bantuan gravitasi bumi sehingga akan menghemat biaya. Kemudian untuk mengelola air hujan digunakan drainase yang berfungsi untuk menyalurkan air hujan limpasan dari gedung menuju ke sumur resapan dan saluran kota.

2.2 Tinjauan Pustaka

Dalam melakukan perancangan sistem penyediaan air bersih dan drainase diperlukan pedoman – pedoman dan standar yang benar agar hasil yang didapat dapat baik dan memuaskan. Dalam perancangan ini ada beberapa pedoman yang dipakai yaitu SNI 8153-2015 tentang Sistem Plambing pada Bangunan Gedung, SNI 03-7065-2005 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing, SNI 8456-2017 tentang Sumur Dan Parit Resapan Air Hujan, SNI 03-2453-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Teknik Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan, SNI 06-2459-2002 tentang Spesifikasi Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan, dan buku Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing oleh Morimura, T. dan Noerbambang, S.

2.2.1 Kebutuhan Air Bersih

Dalam merancang sebuah sistem penyediaan air bersih untuk gedung, kapasitas alat plumbing, dimensi pipa, dan dimensi tangki ditentukan berdasarkan laju aliran air yang diperlukan pada gedung tersebut. Menurut (Noerbambang & Morimura, 1993), ada beberapa metode yang bisa dipakai untuk menentukan besarnya kebutuhan air yaitu:

1. Metode berdasarkan jumlah pemakai

Metode ini menggunakan jumlah penghuni dalam gedung tersebut yang telah dihitung dengan pasti, kemudian kebutuhan air dapat ditentukan menggunakan tabel di bawah ini.

Tabel 2.1 Pemakaian Air Sesuai Penggunaan Gedung (SNI 03-7065-2005)

No.	Penggunaan gedung	Pemakaian air	Satuan
1	Rumah tinggal	120	Liter/penghuni/hari
2	Rumah susun	100 ¹⁾	Liter/penghuni/hari
3	Asrama	120	Liter/penghuni/hari
4	Rumah Sakit	500 ²⁾	Liter/tempat tidur pasien /hari
5	Sekolah Dasar	40	Liter/siswa/hari
6	SLTP	50	Liter/siswa/hari
7	SMU/SMK dan lebih tinggi	80	Liter/siswa/hari
8	Ruko/Rukan	100	Liter/penghuni dan pegawai/hari
9	Kantor / Pabrik	50	Liter/pegawai/hari
10	Toserba, toko pengecer	5	Liter/m ²
11	Restoran	15	Liter/kursi
12	Hotel berbintang	250	Liter/tempat tidur /hari
13	Hotel Melati/ Penginapan	150	Liter/tempat tidur /hari
14	Gd. pertunjukan, Bioskop	10	Liter/kursi
15	Gd. Serba Guna	25	Liter/kursi
16	Stasiun, terminal	3	Liter/penumpang tiba dan pergi
17	Peribadatan	5	Liter/orang, (belum dengan air wudhu)

Dari tabel di atas didapatkan besarnya pemakaian air untuk setiap jenis gedung. Kemudian dapat dihitung kebutuhan air bersih dalam gedung dengan Langkah-langkah berikut ini :

a. Dihitung jumlah penghuni total dalam seluruh gedung

$$\text{jumlah penghuni} = \frac{\text{perbandingan luas efektif total}(\%) \times \text{luas gedung}}{\text{luasan akses bagi setiap orang}} \quad (2.1)$$

b. Dihitung pemakaian air untuk satu gedung dalam sehari

$$Q_d = \sum \text{penghuni} \times \text{pemakaian air per orang per hari} \quad (2.2)$$

- c. Dihitung nilai Q_d apabila terdapat tambahan pemakaian air (misalnya untuk menyiram tanaman, mengatasi kebocoran, mengisi air kolam renang, dsb)

$$Q_{d\text{total}} = Q_d \times 120\% \quad (2.3)$$

- d. Dihitung kebutuhan air rata-rata

$$Q_h = \frac{Q_d}{t} \quad (2.4)$$

Keterangan :

Q_h = pemakaian air rata rata (l/jam)

Q_d = pemakaian air rata rata (l/jam)

t = pemakaian rata rata (jam/hari)

- e. Dihitung pemakaian air pada jam puncak

$$Q_h - \text{max} = C1 \times Q_h \quad (2.5)$$

Keterangan :

$Q_h\text{-max}$ = pemakaian air (l/jam)

$C1$ = konstanta 1,5 – 2,0

Q_h = pemakaian rata rata (l/jam)

- f. Dihitung pemakaian air pada menit puncak

$$Q_m - \text{max} = C2 \times Q_h \quad (2.6)$$

Keterangan :

$Q_h\text{-max}$ = pemakaian air (l/menit)

$C1$ = konstanta 3,0 – 4,0

Q_h = pemakaian rata rata (l/jam)

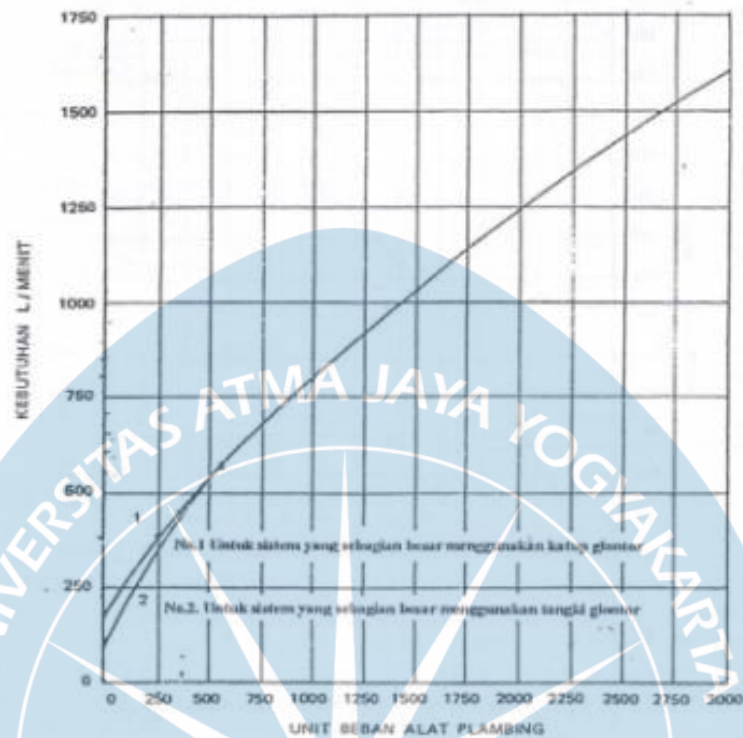
Angka pemakaian air yang diperoleh dengan metode ini biasanya digunakan untuk menetapkan volume tangki bawah, tangki atap, pompa dan sebagainya. Sedangkan ukuran yang diperoleh dengan metode ini hanyalah pipa penyediaan air dan bukan untuk menentukan ukuran pipa-pipa dalam jaringan.

2. Metode berdasarkan unit beban alat plumbing

Metode ini menggunakan total dari berat seluruh alat plumbing yang ada pada gedung untuk mendapatkan laju aliran. Kemudian untuk mendapatkan laju airan dapat diplotkan pada grafik di bawah ini.

Tabel 2.2 Unit Beban Alat Plumbing (SNI 03-7065-2005)

No	Jenis alat plumbing	UABP pribadi	UABP umum
1	Bak Mandi	2	4
2	<i>Bedpan Washer</i>	-	10
3	Bidet	2	4
4	Gabungan bak cuci dan dulang cuci pakaian	3	-
5	Unit Dental atau peludahan	-	1
6	Bak cuci tangan untuk dokter gigi	1	1
7	Pancaran air minum	1	2
8	Bak cuci tangan	1	2
9	Bak cuci dapur	2	2
10	Bak cuci pakaian (1 atau 2 kompartemen)	2	4
11	Dus, setiap kepala	2	4
12	<i>Service sink</i>	2	4
13	Peturasan pedestal berkaki	-	10
14	Peturasan, <i>wall lip</i>	-	5
15	Peturasan , Palung	-	5
16	Peturasan dengan tangki penggelontor	-	3
17	Bak cuci, bulat atau jamak (setiap kran)	-	2
18	Kloset dengan katup penggelontor	6	10
19	Kloset dengan tangki penggelontor	3	5



Gambar 2.1 Kurva perkiraan beban kebutuhan air untuk UBAP sampai dengan 3000 (SNI 03-7065-2005)

Adapun rumus untuk mencari debit pada metode ini sama seperti rumus pada metode berdasarkan jumlah pemakai.

2.2.2 Kapasitas Tangki Air Bawah (*Ground Water Tank*)

Tangka air bawah adalah sebuah tempat untuk menyimpan air yang berasal dari PDAM ataupun sumur. Untuk menentukan dimensi dan kapasitas tangka air bawah menggunakan tahapan berikut ini.

1.1 Dihitung besarnya kapasitas pipa dinas

$$Q_s = \frac{2}{3} Q_h \quad (2.7)$$

Keterangan :

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

Q_h = pemakaian air rata rata (m^3/jam)

2.1 Dihitung besarnya volume tangka air bawah

$$Volume\ GWT = [Qd - (Qs \times t)] \times T \quad (2.8)$$

Keterangan :

Qs = kapasitas pipa dinas (m^3/jam)

Qh = pemakaian air rata rata (m^3/jam)

T = waktu penampungan (hari)

t = pemakaian air dalam 1 hari (jam/hari)

3.1 Dihitung dimensi tangka air bawah

Setelah dihitung volume dari tangka air bawah tersebut, selanjutnya dapat ditentukan dimensi untuk masing-masing tangka air bawah yang mencakup :

- a. Panjang (m)
- b. Lebar (m)
- c. Tinggi Efektif (m)
- d. Tinggi Free Board (m)
- e. Tinggi Total (m)

2.2.3 Kapasitas Tangki Air Atas (*Roof Tank*)

Tangka air atas adalah sebuah tempat untuk menyimpan air bersih yang biasanya terletak pada posisi paling tinggi dalam sebuah bangunan. Tangka air atas ini berfungsi untuk menyimpan air dan menyalurkannya ke seluruh bangunan menggunakan bantuan gravitasi bumi. Berikut ini adalah tahapan dalam menghitung dimensi dan kapasitas tangka air atas.

1. Dihitung besarnya volume tangka air atas

$$VE = [(Qp - Qh - maks)Tp - (Qpu \times Tpu)] \quad (2.9)$$

Keterangan :

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

$Qh-max$ = kebutuhan jam puncak ($m^3/menit$)

Qpu = kapasitas pompa pengisi ($m^3/menit$)

Tp = jangka waktu kebutuhan (menit)

Tpu = jangka waktu pengisian (menit)

2. Dihitung dimensi tangka air atas

Setelah dihitung volume dari tangka air atas tersebut, selanjutnya dapat ditentukan dimensi untuk masing masing tangka air atas yang mencakup :

- a. Panjang (m)

- b. Lebar (m)
- c. Tinggi Efektif (m)
- d. Tinggi Free Board (m)
- e. Tinggi Total (m)

2.2.4 Head Pompa dan Daya Pompa

Pompa adalah sebuah alat yang digunakan untuk memompa air dari satu tempat ke tempat yang lain. Dalam gedung yang memiliki tangga air atas dan bawah maka pompa diperlukan untuk memompa air dari tangga bawah ke atas. Untuk itu diperlukan pompa yang mampu memompa air sesuai kebutuhan tersebut. Head pompa dan daya pompa adalah 2 hal yang penting dalam menentukan jenis pompa yang sesuai, berikut adalah tahapan dalam menghitung head pompa dan daya pompa.

1. Dihitung debit pengaliran

$$Q = \frac{\text{volume rooftank}}{\text{waktu pemompaan}} \quad (2.10)$$

2. Dihitung diameter pipa pengalir

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{V \times \pi}} \quad (2.11)$$

Keterangan :

Q = debit pengaliran (m³/detik)

D = diameter pipa (m)

v = kecepatan aliran (m/detik)

3. Dihitung kecepatan pengaliran sebenarnya

$$V_{cek} = \frac{Q}{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2} \quad (2.12)$$

Keterangan :

V_{cek} = kecepatan pengaliran (m/s)

Q = debit pengaliran (m³/ detik)

D = diameter pipa (m)

4. Dihitung head statis, dapat ditentukan dari jarak antar muka air tangka air atas terhadap tangka air bawah.
5. Dihitung headloss pada pipa dan aksesoris yang digunakan
 - Menentukan kerugian gesek pipa yang terjadi dalam pipa

$$Re = \frac{VxD}{\nu} \quad (2.13)$$

Keterangan :

Re = bilangan raynolds
 V = kecepatan (m/s)
 D = diameter pipa (m)
 ν = viskositas air ($8,93 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$)

- Menentukan headloss dengan rumus berikut ini

$$hf = \lambda x \frac{L}{D} x \frac{V^2}{2xg} \quad Re = \frac{VxD}{\nu} \quad (2.14)$$

Keterangan :

hf = headloss gesek pipa (m)
 λ = koefisien kerugian gesek
 g = gravitasi bumi ($9,81 \text{ m}^2/\text{detik}$)
 L = Panjang pipa (m)
 V = kecepatan aliran (m/detik)
 D = diameter pipa (m)
 Re = bilangan raynolds

- Menentukan headloss akibat aksesoris

$$He = n x \frac{KxV^2}{2xg} \quad (2.15)$$

Keterangan :

He = Headloss akibat aksesoris (m)
 n = jumlah aksesoris
 K = koefisien gesek
 V = kecepatan aliran (m/detik)
 g = gravitasi bumi ($9,81 \text{ m}^2/\text{detik}$)

6. Dihitung head total pompa

$$H_{total} = ha + he + hl \quad (2.16)$$

Keterangan :

ha = head statis (m)
 he = head aksesoris (m)
 hl = headloss pipa (m)

7. Dihitung daya pompa

$$p = \frac{\rho \times g \times Q \times H_{total}}{80\%} \quad (2.17)$$

Keterangan :

p = daya pompa (watt)
 ρ = berat jenis air (1000 kg/m³)
 g = gravitasi bumi (9,81 m²/detik)
 Q = debit pengaliran (m³ / detik)
 H_{total} = headloss total (m)

2.2.5 Notasi dan Dimensi Pipa Air Bersih

Dalam merencanakan sistem plumbing sebuah gedung diperlukan notasi untuk memudahkan pelaksanaan. Notasi pada pipa digunakan untuk membedakan satu pipa dengan pipa yang lainnya, perbedaan tersebut dapat berupa ukuran atau jenis pipa. Untuk menentukan ukuran pipa digunakan tabel berdasarkan SNI 8153-2015 tentang sistem plumbing pada bangunan gedung.

Tabel 2.3 Ukuran Pipa Berdasarkan UBAP (SNI 8153-2015)

Ukuran meter air (inci)"	Diameter pipa pembawa (inci)	Panjang maksimum yang dibolehkan (m)														
		12	18	24	30	46	61	76	91	122	152	183	213	244	274	305
UBAP untuk Rentang Tekanan 21 sampai 31,50 mka																
¾	½	6	5	4	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
¾	¾	16	16	14	12	9	6	5	5	4	4	3	2	2	2	1
¾	1	29	25	23	21	17	15	13	12	10	8	6	6	6	6	6
1	1	36	31	27	25	20	17	15	13	12	10	8	6	6	6	6
¾	1¼	36	33	31	28	24	23	21	19	17	16	13	12	12	11	11
1	1¼	54	47	42	38	32	28	25	23	19	17	14	12	12	11	11
1½	1¼	78	68	57	48	38	32	28	25	21	18	15	12	12	11	11
1	1½	85	84	79	65	56	48	43	38	32	28	26	22	21	20	20
1½	1½	150	124	105	91	70	57	49	45	36	31	26	23	21	20	20
2	1½	151	129	129	110	80	64	53	46	38	32	27	23	21	20	20
1	2	85	85	85	85	85	85	82	80	66	61	57	52	49	46	43
1½	2	220	205	190	176	155	138	127	120	104	85	70	61	57	54	51
2	2	370	327	292	265	217	185	164	147	124	96	70	61	57	54	51
2	2½	445	418	390	370	330	300	280	265	240	220	198	175	158	143	133

2.2.6 Drainase Air Hujan

Drainase adalah saluran air yang berada pada permukaan tanah atau di bawah tanah. Dalam sebuah gedung drainase air hujan sangatlah penting karena berfungsi

untuk mengalirkan air hujan ke sumur resapan ataupun saluran kota. Drainase dalam sebuah gedung dapat dihitung melalui tahapan berikut ini.

1. Menentukan koefisien manning, suatu angka yang digunakan sebagai ukuran efek resistensi saluran ketika air bergerak di saluran saluran, dinding atau cekungan.

Tabel 2.4 Koefisien Manning (Bambang Triatmodjo, 1996)

Tipe Saluran	Koefisien Manning (n)
a. Baja	0,011-0,014
b. Baja Permukaan Gelombang	0,021-0,030
c. Semen	0,010-0,013
d. Beton	0,011-0,015
e. Pasangan Batu	0,017-0,030
f. Kayu	0,010-0,014
g. Bata	0,011-0,015
h. Aspal	0,013

2. Menghitung jari – jari hidraulis dari drainase menggunakan rumus berikut ini.

$$R = \frac{A}{P} \quad (2.18)$$

Keterangan :

R = jari jari hidraulis (m)

A = luas penampang basah (m^2)

P = keliling basah (m)

3. Menghitung kecepatan rerata yang melalui drainase tersebut dengan rumus berikut ini :

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \quad (2.19)$$

Keterangan :

V = kecepatan rerata (m^3 /detik)

n = koefisien manning

R = jari jari hidraulis (m)

I = kemiringan dasar saluran

4. Menghitung tinggi jagaan pada saluran drainase menggunakan persamaan berikut :

$$W = \sqrt{0,5 \times H} \quad (2.20)$$

Keterangan :

W = tinggi jagaan (m)

H = tinggi drainase (m)

2.2.7 Curah Hujan

Dalam merencanakan drainase dan sumur resapan, data curah hujan merupakan salah satu parameter yang sangat penting. Tujuan dari analisa data curah hujan yaitu untuk mengetahui periode ualng tahunan, maka dari itu untuk mengetahui periode ualng tahunan yang di maksud, dibutuhkan data hujan maksimum untuk beberapa tahun, data curah hujan yang digunakan dalam perancangan ini adalah selama 10 tahun.

Dalam perancangan ini digunakan metode polygon Thiessen untuk menghitung curah hujan rata – rata. Metode Poligon Thiessen digunakan untuk mencari curah hujan rata-rata dari daerah DAS yang ditinjau. Metode ini digunakan bila penyebaran hujan di daerah yang ditinjau tidak merata. Selain memperhatikan tinggi hujan dan jumlah stasiun, juga memperkirakan luas wilayah yang diwakili oleh masing-masing stasiun untuk digunakan sebagai salah satu faktor dalam menghitung hujan rata-rata daerah yang bersangkutan (faktor Thiessen). Poligon dibuat dengan cara menghubungkan garis-garis berat diagonal terpendek dari para stasiun hujan yang ada. Secara lebih rinci, berikut ini adalah cara membuat poligon Thiessen.

1. Hubungkan masing-masing stasiun dengan garis lurus sehingga membentuk polygon segitiga.
2. Buat sumbu-sumbu pada polygon segitiga tersebut sehingga titik potong sumbu akan membentuk polygon baru.
3. Poligon baru inilah merupakan batas daerah pengaruh masing-masing stasiun penakar hujan.
4. Hitung hujan rata – rata pada daerah tinjauan dengan rumus:

$$\bar{R} = \frac{Ra.Aa + Rb.Ab + Rc.Ac}{A_{total}} \quad (2.21)$$

Keterangan :

Ra, Rb, Rc = tinggi curah hujan pada masing-masing stasiun

Aa, Ab, Ac = Luas daerah yang dipengaruhi stasiun

A_{total} = Luas daerah total

\bar{R} = tinggi curah hujan rata-rata

2.2.8 Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi merupakan prakiraan dalam arti memperoleh probabilitas untuk terjadinya suatu peristiwa hidrologi dalam bentuk debit / curah hujan rencana yang berfungsi sebagai dasar perhitungan perencanaan hidrologi untuk antisipasi setiap kemungkinan yang akan terjadi.

Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan distribusi probabilitas/kemungkinan. Untuk menentukan jenis distribusi mana yang akan dipakai dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.5 Karakteristik Distrbusi Frekuensi

No	Jenis Distribusi	Syarat
1	Gumbel Tipe I	$Cs \leq 1,1396$
		$Ck \leq 5,4002$
2	Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3Cv$
		$Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$
3	Log Pearson tipe III	Selain tipe lainnya ($Cs \neq 0$)
4	Normal	$Cs \approx 0$
		$Ck \approx 3$
		$(x \pm s) = 68.27\%$
		$(x \pm 2s) = 95.44\%$

2.2.9 Uji Sebaran Data Hujan

Uji sebaran data hujan dilakukan untuk menentukan kecocokan distribusi frekuensi dari sampel data yang digunakan terhadap fungsi distribusi peluang yang

diperkirakan dapat menggambarkan/ mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter. Pengujian parameter yang dilakukan meliputi :

1. Uji Chi – Kuadrat

Uji chi kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah metode yang digunakan dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisa. Uji chi – kuadrat ini bisa diterapkan untuk pengujian kenormalan data, pengujian data yang berlevel nominal atau untuk menguji perbedaan dua atau lebih proporsi sampel. Pengambilan keputusan ini menggunakan parameter X^2 karena itu disebut uji chi kuadrat. Nilai dari parameter X^2 dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$X^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(Of - Ef)^2}{Ef} \quad (2.22)$$

Keterangan :

- X^2 = Parameter Chi kuadrat terhitung,
- G = Jumlah sub kelompok.
- Of = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke .
- Ef = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke 1.

2. Uji Smirnov - Kolmogorov

Uji Kolmogorov Smirnov adalah suatu uji nonparametrik untuk perbedaan antara distribusi-distribusi kumulatif, sebuah sampel uji menyangkut persesuaian antara distribusi kumulatif yang teliti dari nilai-nilai sampel dan fungsi distribusi kontinyu yang spesifik, sehingga dapat menentukan besarnya penyimpangan data maka dibuat batas kepercayaan dari hasil perhitungan X^2 dengan uji Smirnov-Kolmogorov. Prosedur pelaksanaan uji Smirnov – Kolmogorov adalah sebagai berikut:

- a. Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut.

$$X_1 = P(X_1)$$

$$X_2 = P(X_2)$$

$$X_3 = P(X_3) \text{ dan seterusnya.}$$

- b. Urutkan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya).

$$X1 = P'(X1)$$

$$X2 = P'(X2)$$

$$X3 = P'(X3) \text{ dan seterusnya.}$$

- c. Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih terbesarnya antar peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

$$D \text{ maksimum} = P(Xn) - P'(Xn) \quad (2.23)$$

Berdasarkan Tabel 2.2 nilai kritis (Smirnov-Kolmogorov test) dapat ditentukan harga D_0 .

Tabel 2.6 Nilai Derajat Kepercayaan

N	Derajat kepercayaan (α)			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N>50	$\frac{1,07}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

2.2.10 Intensitas Hujan

Intensitas hujan merupakan tinggi air hujan / satuan waktu. Intensitas hujan dihitung dengan analisis IDF dari daerah lokasi pembangunan gedung dengan menggunakan durasi hujan selama 2 jam dan periode ulang 2 tahun. Intensitas hujan dapat dihitung menggunakan beberapa metode, salah satunya adalah metode monobe.

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (2.24)$$

Keterangan :

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

t = durasi curah hujan (jam)

$R24$ = curah hujan rencana dalam suatu periode ulang

2.2.11 Dimensi Talang dan Pipa Tegak

Talang merupakan saluran air hujan yang berfungsi untuk menampung air hujan dan mengalirkannya ke pipa pembuangan. Talang air hujan memiliki banyak variasi bentuk yang berbeda sesuai dengan kebutuhan dan kondisi yang ada. Talang air sering menjadi bagian yang tidak diperhatikan saat membangun bangunan, padahal talang air sangat penting untuk mengendalikan air hujan. Khususnya di Indonesia talang air adalah bagian yang penting karena negara Indonesia merupakan negara dengan curah hujan yang tinggi.

Pipa tegak / pipa pembuangan merupakan pipa yang digunakan untuk menyalurkan air hujan dari talang menuju saluran drainase. Ukuran pipa tegak ini bervariasi dan biasanya ukurannya mengikuti ukuran talang air.

Berdasarkan pada SNI 8153-2015 tentang Sistem Plambing pada Bangunan Gedung ukuran talang air dan pipa tegak ditentukan dengan luas atap maksimum pada setiap bagian atap. Untuk lebih detail pembagian setiap ukuran talang dan pipa tegak dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.7 Ukuran Talang dan Pipa Tegak (SNI 8153-2015)

Ukuran saluran atau pipa air hujan	Debit	Luas atap maksimum yang diperbolehkan pada berbagai nilai curah hujan(m ²)										
		25,4 mm/j	50,8 mm/j	76,2 mm/j	101,6 mm/j	127 mm/j	162,4 mm/j	178 mm/j	203 mm/j	229 mm/j	254 mm/j	279 mm/j
inci	L/dt'											
2	1.8	268	134	89	67	53	45	38	33	30	27	24
3	5.52	818	409	272	204	164	137	117	102	91	82	74
4	11.52	1709	855	569	427	342	285	244	214	190	171	156
5	21.6	3214	1607	1071	804	643	536	459	402	357	321	292
6	33.78	5017	2508	1672	1254	1003	836	717	627	557	502	456
8	72.48	10776	5388	3592	2694	2155	1794	1539	1347	1197	1078	980

2.2.12 Sumur Resapan

Sumur resapan adalah sebuah lubang untuk memasukkan air kedalam tanah. Berbeda dengan sumur sir minum, sumur resapan digali sampai kedalaman di atas

muka air tanah sedangkan sumur minum digali sampai kedalaman muka air tanah atau lebih dalam lagi. Sumur resapan harus direncanakan dengan baik agar dapat meresapkan air ke dalam tanah dengan baik, berikut adalah tahapan dalam merencanakan sumur resapan.

1. Menentukan koefisien limpasan dari tabel di bawah ini

Tabel 2.8 Nilai Koefisien Limpasan (McGueen, 1989)

No	Deskripsi Lahan / Karakter Permukaan	Koefisien C
1.	Bisnis	
	▪ Perkotaan ▪ Pinggiran	0,70 – 0,95 0,50 – 0,70
2.	Perumahan	
	▪ rumah tunggal	0,30 – 0,50
	▪ multiunit terpisah, terpisah	0,40 – 0,60
	▪ multiunit, tergabung	0,60 – 0,75
	▪ perkampungan ▪ apartemen	0,25 – 0,40 0,50 – 0,70
3.	Industri	
	▪ ringan ▪ berat	0,50 – 0,80 0,60 – 0,90
	Perkerasan	
	▪ aspal dan beton ▪ batu bata, paving	0,70 – 0,95 0,50 – 0,70
	Atap	0,75 – 0,95
	Halaman, tanah berpasir	
	datar 2%	0,05 – 0,10
	rata-rata 2 – 7%	0,10 – 0,15
	curam 7%	0,15 – 0,20
	Halaman tanah berat	
	datar 2%	0,13 – 0,17
	rata-rata 2 – 7%	0,18 – 0,22
	curam 7%	0,25 – 0,35
	Halaman kereta api	0,10 – 0,35
	Taman tempat bermain	0,20 – 0,35
	Taman, pekuburan	0,10 – 0,25
	Hutan	
	datar, 0 – 5%	0,10 – 0,40
	bergelombang, 5 – 10%	0,25 – 0,50
	berbukit 10 – 30%	0,30 – 0,60

2. Menghitung debit banjir menggunakan persamaan berikut :

$$Q = C \times I \times A \quad (2.25)$$

Keterangan :

- Q = debit masuk (m^3/jam)
 C = koefisien limpasan
 I = intensitas hujan (m/jam)
 A = luas atap/perkerasan (m^2)

3. Menghitung kedalaman sumur menggunakan persamaan berikut :

$$H = \frac{Q}{\omega \times \pi \times r \times K} \quad (2.26)$$

Keterangan :

H = kedalaman sumur (m)

r = radius sumur (m)

K = koefisien permeabilitas tanah (m/jam)

Q = debit masuk (m³/jam)

ω = 2, untuk sumur kosong berdinding kedap air

ω = 5, untuk sumur kosong berdinding porus

2.3 Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini akan dijelaskan secara detail tentang hasil yang sudah diperoleh dari perancangan dan perhitungan yang sudah dilakukan.

2.3.1 Penentuan Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan air bersih untuk rumah pastor ini ditentukan berdasarkan metode Unit Beban Alat Plumbing (UBAP). Jumlah alat plumbing dihitung kemudian dikalikan dengan unit beban masing – masing alat plumbing, untuk detail perhitungan dapat dilihat pada tabel 2.9.

Tabel 2.9 Perhitungan Jumlah Total UBAP

Plumbing Fixture	Jumlah Total	Unit Beban	Jumlah Unit Beban
Kloset dengan tangki penggelontor (pribadi)	43.00	3.00	129.00
Kloset dengan tangki penggelontor (umum)	6.00	5.00	30.00
Bak cuci tangan (pribadi)	43.00	1.00	43.00
Bak cuci tangan (umum)	6.00	2.00	12.00
Pancuran mandi shower (pribadi)	43.00	2.00	86.00
Bak cuci pakaian (umum)	7.00	4.00	28.00
Bak cuci dapur	2.00	5.00	10.00
Total			338.00

Didapatkan jumlah total UBAP pada rumah pastor ini adalah sebesar 338 kemudian berdasarkan grafik pada Gambar 2.1 didapatkan kebutuhan air bersih untuk seluruh rumah pastor.

$$\begin{aligned} Q_m\text{-max} &= 360 \text{ liter/menit.} \\ &= 0,36 \text{ m}^3/\text{menit} \end{aligned}$$

Kemudian dihitung kebutuhan air perjamnya (Q_h), dengan nilai C_2 berkisar antar 3 – 4 dan dipakai nilai C_2 sebesar 4. Maka diperoleh kebutuhan air setiap jamnya (Q_h).

$$\begin{aligned} Q_h &= 0,36 \times 60 / 4 \\ &= 5,4 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Setelah itu dapat dihitung kebutuhan air rumah pastor per hari (Q_d) dengan waktu pemakaian air selama 8 jam setiap harinya.

$$\begin{aligned} Q_d &= 5,4 \times 8 \\ &= 43,2 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Pada tabel 2.10 dapat dilihat data perhitungan kebutuhan air untuk rumah pastor berdasarkan metode UBAP.

Tabel 2.10 Hasil Perhitungan Debit

Jenis Perhitungan	Qd (m ³ /hari)	Qh (m ³ /jam)	Qh-max (m ³ /jam)	Qm-max (m ³ /menit)
UBAP	43.20	5.40	10.80	0.36

2.3.2 Penentuan Dimensi Tangki Air Bawah

Dimensi tangki air bawah dihitung berdasarkan pemakaian air pada jam puncak sehingga air yang ditampung dapat memenuhi kebutuhan pada jam puncak. Berikut adalah perhitungan untuk menentukan dimensi tangka air bawah.

Kapasitas pipa dinas dihitung dengan menggunakan persamaan 2.7 dengan langkah berikut.

Diketahui :

$$Q_h = 5,40 \text{ (m}^3\text{/jam)}$$

$$Q_s = \text{Kapasitas pipa dinas (m}^3\text{/jam)}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} Q_s &= 2/3 \times 5,40 \text{ m}^3\text{/jam} \\ &= 3,6 \text{ m}^3\text{/jam} \end{aligned}$$

Kemudian dihitung besarnya volume bak air bawah (Ground Water Tank), menggunakan persamaan 2.8 dengan langkah berikut:

Diketahui :

$$Q_d = 43,2 \text{ m}^3\text{/hari}$$

$$Q_s = 3,6 \text{ m}^3\text{/jam}$$

$$T = 1 \text{ hari}$$

$$t = 8 \text{ jam/hari}$$

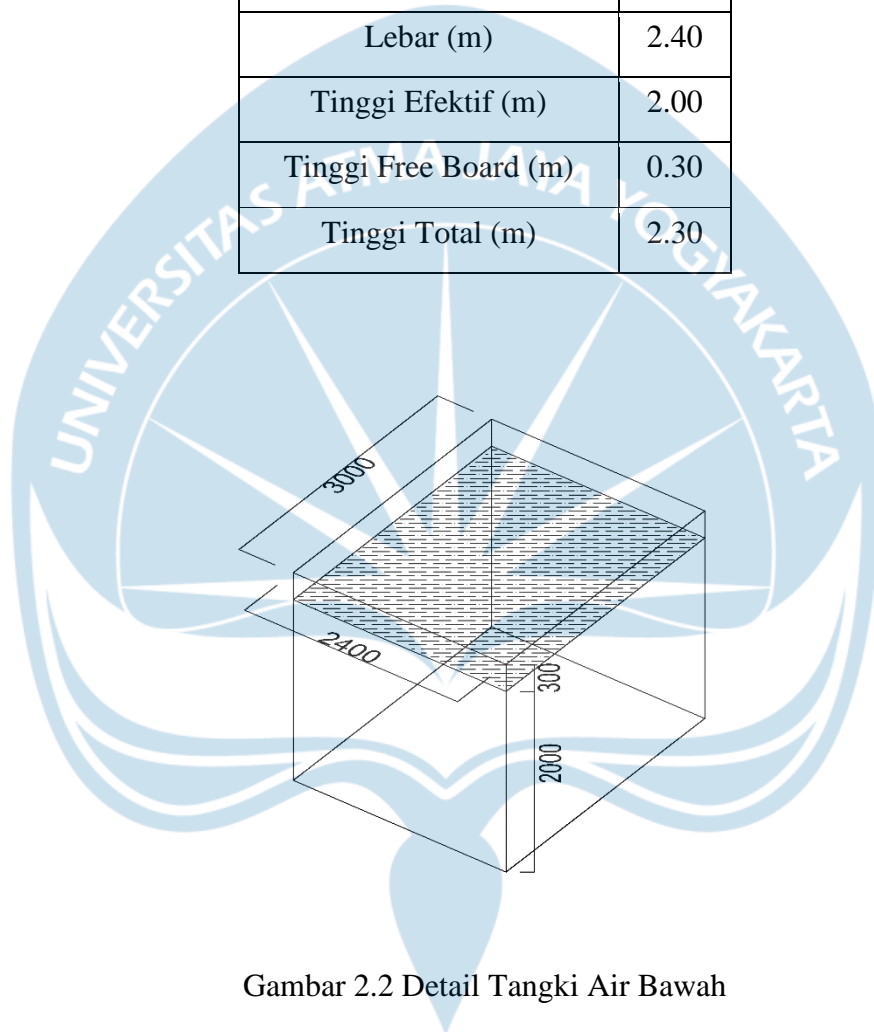
Sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Volume GWT} &= [43,2 - (3,6 \times 8 \text{ jam/hari})] \times 1 \text{ hari} \\ &= 14,4 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jadi, volume bak air bawah (Ground Water Tank) yaitu sebesar 14,4 m³ dengan dimensi seperti pada tabel 2.11.

Tabel 2.11 Dimensi Tangki air Bawah

Panjang (m)	3.00
Lebar (m)	2.40
Tinggi Efektif (m)	2.00
Tinggi Free Board (m)	0.30
Tinggi Total (m)	2.30



Gambar 2.2 Detail Tangki Air Bawah

2.3.3 Penentuan Dimensi Tangki Air Atas

Untuk menentukan dimensi tangki air atas (Roof Tank) harus dihitung terlebih dahulu kapasitas volume tangka air atas. Kapasitas volume bak air atas dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q_p &= Q_{m-\text{maks}} \\
 &= 0,36 \text{ m}^3/\text{menit} \\
 Q_{h-\text{max}} &= 10,8 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 0,18 \text{ m}^3/\text{menit}
 \end{aligned}$$

Pada perancangan ini nilai Q_{pu} diasumsikan sebesar Q_{h-max} , sehingga:

$$\begin{aligned} Q_{pu} &= Q_{h-max} \\ &= 0,248 \text{ m}^3/\text{menit} \end{aligned}$$

Kemudian, diasumsikan juga bahwa:

$$\begin{aligned} T_p &= 60 \text{ menit} \\ T_{pu} &= 25 \text{ menit} \end{aligned}$$

Untuk menghitung volume efektif tangki air atas maka digunakan persamaan 2.9 dengan langkah berikut :

Diketahui :

$$V_E = \text{volume bak air atas (m}^3\text{)}$$

$$Q_p = 0,36 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$Q_{h-max} = 0,18 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$Q_{pu} = 0,18 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$T_p = 60 \text{ menit}$$

$$T_{pu} = 25 \text{ menit}$$

Sehingga :

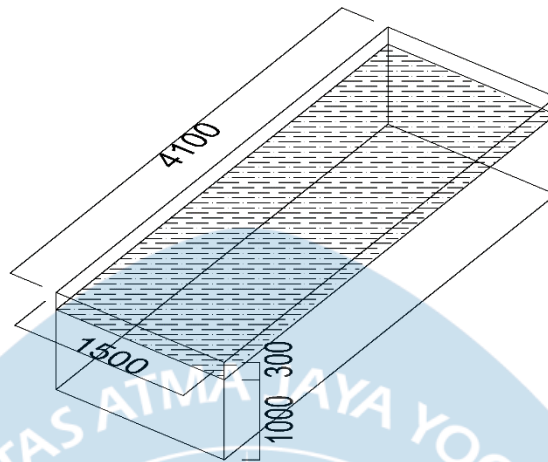
$$\begin{aligned} V_E &= [(0,36 - 0,18) 60 \text{ menit} - (0,18 \times 25 \text{ menit})] \\ &= 6,3 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jadi, besarnya volume efektif bak air atas (Roof Tank) sebesar: 6,3 m³.

Untuk dimensi tangki air atas dapat dilihat pada tabel 2.12.

Tabel 2.12 Dimensi Tangki Air Atas

Panjang (m)	4.20
Lebar (m)	1.50
Tinggi Efektif (m)	1.00
Tinggi Free Board (m)	0.30
Tinggi Total (m)	1.30



Gambar 2.3 Detail Tangki Air Atas



Gambar 2.4 Contoh Tangki Air Atas

Sumber : <https://fjb.kaskus.co.id/product/5e5373450577a9551a5f4fe7/gwt-tank-frp-ground-water-tank-fiber>

2.3.4 Penentuan Tinggi Rooftank

Tinggi rooftank pada perancangan ini menggunakan asumsi bahwa jika rooftank pada ketinggian tertentu sudah bisa mengalir alat plumbing terjauh pada lantai tertinggi proyek ini, maka dapat diasumsikan bahwa ketinggian rooftank tersebut sudah cukup untuk mengalir seluruh alat plumbing.

Pertama tama ditentukan terlebih dahulu alat plumbing pada lantai tertinggi dan terjauh yaitu unit shower pada lantai 3. Kemudian dihitung headloss total dari

rooftank menuju shower tersebut, untuk detail perhitungan dapat dilihat pada tabel 2.13.



Tabel 2.13 Perhitungan Headloss Total

Notasi Pipa	Panjang Pipa (m)	Diameter Pipa pembawa (inch)	Diameter Pipa pembawa (mm)	A	Q	V	Re	e	e/D	f	Head Loss Mayor	n	elbow	Tee (line)	K total	Head Loss minor	Head Loss total
L3-P17	1.19	1	25	0.00049	0.00020	0.41	11412.19	0.00150	0.00006	0.028	0.011	1	1		1.5	0.013	0.024
L3-P18	3	1	25	0.00049	0.00020	0.41	11412.19	0.00150	0.00006	0.028	0.029	1	1		1.5	0.013	0.041
L3-P19	0.57	1	25	0.00049	0.00020	0.41	11412.19	0.00150	0.00006	0.028	0.005	1	1		1.5	0.013	0.018
L3-P20	2.51	1	25	0.00049	0.00020	0.41	11412.19	0.00150	0.00006	0.028	0.024	1	1		1.5	0.013	0.037
L3-P21	2.47	1	25	0.00049	0.00020	0.41	11412.19	0.00150	0.00006	0.028	0.024	1	1	1	0.9	0.008	0.031
L3-P22	2.99	1	25	0.00049	0.00020	0.41	11412.19	0.00150	0.00006	0.028	0.029	1	1	1	0.9	0.008	0.036
L3-P23	3	1	25	0.00049	0.00020	0.41	11412.19	0.00150	0.00006	0.028	0.029	1	1	1	0.9	0.008	0.036
L3-P24	5.99	1	25	0.00049	0.00020	0.41	11412.19	0.00150	0.00006	0.028	0.057	1	1	1	0.9	0.008	0.065
L3-P25	2.99	1	25	0.00049	0.00020	0.41	11412.19	0.00150	0.00006	0.028	0.029	1	1	1	0.9	0.008	0.036
L3-P26	2.99	1	25	0.00049	0.00020	0.41	11412.19	0.00150	0.00006	0.028	0.029	1	1	1	0.9	0.008	0.036
L3-P27	2.57	1	25	0.00049	0.00020	0.41	11412.19	0.00150	0.00006	0.028	0.025	1	1		1.5	0.013	0.037
L3-P28	1.1	1	25	0.00049	0.00020	0.41	11412.19	0.00150	0.00006	0.028	0.011	1	1		1.5	0.013	0.023
L3-P29	5.44	1	25	0.00049	0.00020	0.41	11412.19	0.00150	0.00006	0.028	0.052	1	1	1	1.5	0.013	0.065
L3-P30	2.39	1	25	0.00049	0.00020	0.41	11412.19	0.00150	0.00006	0.028	0.023	1	1	1	0.9	0.008	0.031
L3-P31	2.99	1	25	0.00049	0.00020	0.41	11412.19	0.00150	0.00006	0.028	0.029	1	1	1	0.9	0.008	0.036
L3-P32	2.99	1	25	0.00049	0.00020	0.41	11412.19	0.00150	0.00006	0.028	0.029	1	1	1	0.9	0.008	0.036
L3-P33	5.99	1	25	0.00049	0.00020	0.41	11412.19	0.00150	0.00006	0.028	0.057	1	1	1	0.9	0.008	0.065
L3-P34	2.99	1	25	0.00049	0.00020	0.41	11412.19	0.00150	0.00006	0.028	0.029	1	1	1	0.9	0.008	0.036
L3-P35	3	1	25	0.00049	0.00020	0.41	11412.19	0.00150	0.00006	0.028	0.029	1	1	1	1.5	0.013	0.041
L3-PK55	0.53	0.75	20	0.00031	0.00020	0.64	14265.23	0.00150	0.00008	0.028	0.016	1	1		1.5	0.031	0.047
L3-PK56	1	0.75	20	0.00031	0.00020	0.64	14265.23	0.00150	0.00008	0.028	0.029	1	1		1.5	0.031	0.060
Total																0.840	

Dari tabel di atas didapatkan headloss total rooftank menuju shower lantai 3 sebesar 0,84 m. Tinggi rooftank pada perancangan ini diasumsikan berada pada ketinggian 1,95 m dari lantai 3. Kemudian menggunakan persamaan Bernoulli ketinggian rooftank tersebut akan dicek apakah dapat mengalir shower terjauh pada lantai 3. Jika masih belum memenuhi maka akan dilakukan penambahan tinggi rooftank. Berikut ini adalah perhitungan tinggi rooftank menggunakan persamaan Bernoulli.

Diketahui :

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$Y = 9810 \text{ N/m}^3$$

$$V_2 = 0,41 \text{ m/s}$$

$$V_1 = 0,64 \text{ m/s}$$

$$Z_2 = 1,95 \text{ m}$$

$$Z_1 = 1,00 \text{ m}$$

$$P_2 = 28939,50 \text{ N/m}^2$$

$$P_1 = 49033,50 \text{ N/m}^2$$

Sehingga :

$$\frac{49033,50}{9810} + 1 + \frac{0,64}{2 \times 9,81} = \frac{28939,50}{9810} + 1,95 + \frac{0,41}{2 \times 9,81}$$

$$= 1,95 \text{ m}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan hasil selisih sebesar 1,95 m, maka tinggi rooftank akan ditambah sebesar selisih tersebut.

$$\begin{aligned} \text{Tinggi rooftank} &= 1,95 + 1,95 \\ &= 3,9 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi, ketinggian rooftank pada rumah pastor ini adalah sebesar 3,9 m dari lantai 3.

2.3.5 Penentuan Jenis Pompa

Sebelum menentukan jenis pompa yang akan dipakai untuk mengalirkan air dari tangki air bawah menuju tangki air atas terlebih dahulu dihitung Head total pompa. Kecepatan pengaliran pada perancangan ini diasumsikan sebesar $V = 1,5 \text{ m/s}$. Berikut ini adalah Langkah langkah dalam menghitung head pompa. Dihitung debit pengaliran menggunakan tahapan berikut ini.

Diketahui :

$$\text{Volume roof tank} = 4,31 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu pemompaan} &= 25 \text{ menit} \\ &= 1500 \text{ detik} \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} Q &= \frac{4,31}{1500} \\ &= 0,003 \text{ m}^3 / \text{detik} \end{aligned}$$

Dihitung diameter pipa pengalir menggunakan persamaan 2.11 :

Diketahui :

$$Q = 0,003 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

$$D = \text{diameter pipa (m)}$$

$$V = 1,5 \text{ m/s}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} D &= \sqrt{\frac{4 \times 0,003}{1,5 \times \pi}} \\ &= 0,05 \text{ m} \\ &= 1,94 \text{ inch} \end{aligned}$$

Karena diameter pipa yang dipakai harus sesuai dengan diameter pipa yang ada di pasaran, maka dari gambar 3.2 dipakai diameter pipa yang lebih besar dari 1,94 inch yaitu 2 inch.

Tabel 2.14 Ukuran Pipa di Pasaran

Diameter dalam		Diameter luar (mm)			tebal (mm)
(mm)	(inci)	nominal	maks	min	
15	½	21,4	21,8	21	2
20	¾	26,8	27,2	26,4	2,3
25	1	33,6	34	33,2	2,6
32	1¼	42,3	42,7	41,9	2,6
40	1½	48,2	48,6	47,8	2,9
50	2	60,2	60,8	59,6	2,9
65	2½	76,0	76,7	75,2	3,2
80	3	88,8	89,7	87,9	3,2
100	4	114,1	115,3	113	3,6
125	5	139,7	140,5	137,7	3,6
150	6	165,1	166,8	163,4	3,6
200	8	219,1	221,3	216,9	5
250	10	273	275,7	270,3	5
300	12	323,8	327	320,6	5
350	14	355,6	359,2	352	5,6
400	16	406,4	410,5	402,3	5,6
450	18	457	461,6	452,4	6,4
500	20	508	513,1	502,9	6,4
600	24	610	616,1	603,9	6,4

Kemudian dihitung kecepatan pengaliran sebenarnya menggunakan persamaan 2.12.

Diketahui :

V_{cek} = kecepatan pengaliran (m/s)

Q = 0,003 m³ / detik

D = 2 inch = 50 mm

Sehingga :

$$V_{cek} = \frac{0,003}{\frac{1}{4} \times \pi \times 0,05^2}$$

$$= 1,46 \text{ m/detik}$$

Kemudian dihitung head statis berdasarkan jarak antar muka air pada tangki air atas dan tangki air bawah, didapatkan sebesar $h_a = 13,4$ m. Headloss pada pipa dan aksesoris menggunakan Langkah – Langkah seperti berikut.

Dihitung nilai bilangan raynolds menggunakan persamaan 2.13.

Diketahui :

Re = bilangan raynolds

V = 1,46 m/s

D = 0,05 m

$\nu = 8,93 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$

Sehingga :

$$Re = \frac{1,46 \times 0,05}{8,93 \times 10^{-7}}$$

= 81.882,44 > 4000, maka aliran tersebut bersifat aliran turbulen

Kemudian untuk menentukan Headloss pada pipa digunakan persamaan 2.14.

diketahui :

hf = headloss gesek pipa (m)

$\lambda = 0,02$

g = 9,81 m²/detik

L = 70,2 m

V = 1,5 m/detik

D = 0,05 m

Re = 81.882,44

Sehingga :

$$hf = 0,02 \times \frac{70,2}{0,05} \times \frac{1,5^2}{2 \times 9,81}$$

$$= 3,22 \text{ m}$$

Kemudian untuk menentukan headloss minor akibat aksesoris pada pipa digunakan persamaan 2.15.

Diketahui :

He = Headloss akibat aksesoris (m)

n = 5

K = 0,39

V = 1,5 m/detik

g = 9,81 m²/detik

Sehingga:

$$He = 5 \times \frac{0,39 \times 1,5^2}{2 \times 9,81}$$

$$= 0,21 \text{ m}$$

Setelah head statis, headloss mayor, dan headloss minor ditemukan maka dapat dihitung head total pompa.

$$H_{\text{total}} = 13,4 + 3,22 + 0,21$$

$$= 16,83 \text{ m}$$

Pompa digunakan untuk memompa air bersih dari tangki air bawah menuju tangki air atas. Untuk menghitung daya pompa tersebut digunakan persamaan 2.17.

Diketahui :

$$P = \text{daya pompa (watt)}$$

$$\gamma = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,81 \text{ m}^2/\text{detik}$$

$$Q = 0,003 \text{ m}^3/\text{detik}$$

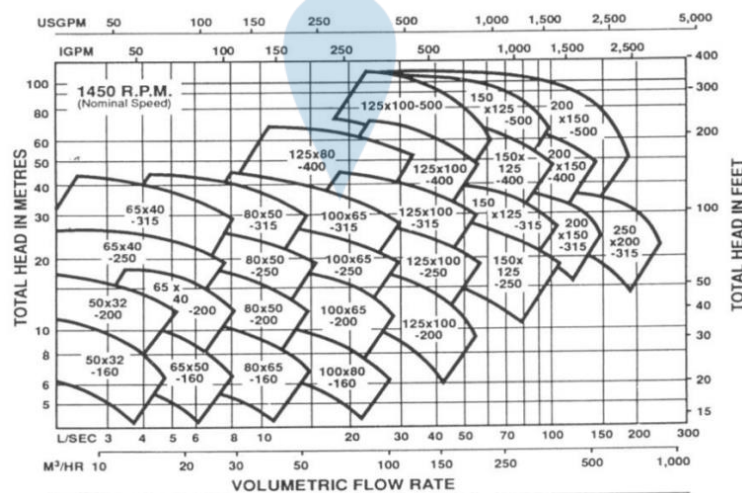
$$H_{\text{total}} = 16,83 \text{ m}$$

Sehingga :

$$P = \frac{1000 \times 9,81 \times 0,003 \times 16,83}{80 \%}$$

$$= 592,43 \text{ watt}$$

Setelah didapatkan kecepatan aliran dan head total pompa, maka dapat ditentukan jenis pompa menggunakan gambar 2.5.



Gambar 2.5 Grafik Tipe Pompa GRUNDFORS

Dari gambar di atas didapatkan jenis pompa yang dipakai adalah pompa tipe GRUNDFORS 65 x 40 – 250.

2.3.6 Penentuan Notasi dan Dimensi Pipa Air Bersih

Pada perancangan ini pipa air bersih diberikan notasi agar mempermudah saat pelaksanaannya. Pipa diberikan notasi pada setiap adanya sambungan dan setiap pipa dengan panjang 6 meter (panjang pipa di pasaran). Notasi pipa pada perancangan ini ditentukan dengan kode L1 untuk pipa pada lantai 1, L2 untuk lantai 2, dan L3 untuk lantai 3. Kemudian dilanjutkan dengan kode P1, P2, P3, dan seterusnya untuk pipa umum dan Kode PK1, PK2, PK3 dan seterusnya untuk pipa yang ada di dalam kamar pastor. Notasi pada pipa diberikan dengan urutan terkecil mulai dari rooftank di lantai 3 menuju bangunan sebelah timur kemudian dilanjutkan pipa dari rooftank menuju bangunan sebelah barat. Contohnya pipa pertama dekat rooftank pada lantai 3 adalah L3-P1, dan untuk pipa didalam kamar pastor dengan notasi L3-PK1.

Dimensi pipa pada perancangan ini ditentukan berdasarkan Tabel 2.3. Dimensi pipa ditentukan berdasarkan unit berat alat plumbing yang dilayani oleh pipa tersebut. Contohnya pada pipa L1-P1 melayani 4 unit bak cuci tangan, 4 unit shower, dan 4 unit kloset maka total UBAP yang dilayani adalah 24. Berdasarkan tabel 2.3 maka dimensi pipa L1-P1 adalah 1 inch atau sama dengan 25 mm. untuk detail isometri dan notasi pipa air bersih dapat dilihat di lampiran.

2.3.7 Perhitungan Curah Hujan Maksimum

Curah hujan pada perancangan ini dihitung menggunakan data hujan dari 3 stasiun di sekitar proyek dengan waktu 10 tahun. Luas sub DAS setiap stasiun ditentukan menggunakan software Qgis, untuk luas sub DAS setiap stasiun dapat dilihat pada table 2.15.

Tabel 2.15 Luas Sub-DAS masing-masing STA

No	Nama Stasiun Hujan	Luas Stasiun Hujan (km ²)
1	Angin - Angin	12,53
2	Kemput	7,32
3	Prumpung	8,67

Setelah melalui perhitungan curah hujan yang terjadi selama 10 tahun berturut-turut pada 3 stasiun hujan tersebut, didapatkan data rata-rata curah hujan maksimum dan minimum pada Tabel 2.16.

Tabel 2.16 Curah Hujan Rata-rata

Tahun	Curah Hujan Rata-Rata	
	Harian (Max/Tahun)	Harian (Min/Tahun)
1984	26,57	26,57
1985	13,30	12,60
1986	13,82	6,09
1987	16,60	8,06
1988	12,70	9,26
1989	10,08	8,20
1990	12,45	4,90
1991	25,14	25,14
1992	20,41	8,68
1993	11,70	5,88

2.3.8 Analisis Frekuensi

Perhitungan analisis frekuensi membutuhkan data rata-rata curah hujan rata-rata maksimum untuk mendapatkan parameter-parameter yang akan diperhitungkan. Kemudian parameter-parameter yang telah didapat akan digunakan sebagai penentu tipe distribusi.

- a. Standar Deviasi (S) : 5,806
- b. Koefisien Variasi (Cv) : 0,979
- c. *Skewness* (Cs) : 12,276
- d. Koefisien Kortusis (Ck) : 0,357

Tabel 2.17 Penentuan Jenis Distribusi yang Sesuai

No	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan			Keterangan
1	Gumbel Tipe I	$C_s \leq 1,1396$	0,9789	\leq	1,1396	Tidak Memenuhi
		$C_k \leq 5,4002$	12,2755	$>$	5,4002	
2	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$	0,9789	\neq	1,1155	Tidak memenuhi
		$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	12,27554	\neq	5,2913	
3	Log Pearson tipe III	Selain tipe lainnya ($C_s \neq 0$)	0,9789	\neq	0	Memenuhi
4	Normal	$C_s \approx 0$	0,9789	\approx	0	Tidak memenuhi
		$C_k \approx 3$	12,2755	\approx	3	
		$(x \pm s) = 68,27\%$	22,08	\neq	68,27	
		$(x \pm 2s) = 95,44\%$	27,9	\neq	95,44	

Setelah mencocokkan hasil parameter-parameter dengan syarat-syarat tiap tipe distribusi, didapatkan bahwa telah dipenuhi syarat distribusi Log-Person III, maka dapat disimpulkan tipe distribusi yang digunakan adalah tipe distribusi Log-Pearson III.

- Hujan Maksimum Rata-Rata ($\ln X$ rata2) = 2,74
- Standar Deviasi ($S \log X$) = 0,902
- Koefisien Variasi ($C_v \log X$) = 0,329
- Koefisien Kemencengan ($C_s \log X$) = 0,315
- Koefisien Keruncingan / Kortosis ($C_k \log X$) = 0,201

Setelah didapat $C_s : 0,315$, maka melalui interpolasi didapatkan nilai K . Kemudian dihitung nilai hujan max periode ulang mulai dari periode ulang 2 tahun sampai 200 tahun.

Tabel 2.18 Hujan Maksimal Periode Ulang

No	Periode Ulang (Tahun)	Peluang (%)	S ln X	ln X rata2	Cs	k	Y = ln X	x (hujan maks.periode ulang)
1	2	50	0,903	2,738	0,315	-0,050	2,692	14,768
2	5	20	0,903	2,738	0,315	0,824	3,481	32,505
3	10	10	0,903	2,738	0,315	1,309	3,919	50,360
4	25	4	0,903	2,738	0,315	1,849	4,407	81,994
5	50	2	0,903	2,738	0,315	2,211	4,733	113,683
6	100	1	0,903	2,738	0,315	2,544	5,034	153,547
7	200	0,5	0,903	2,738	0,315	2,856	5,316	203,496

Setelah itu dilakukan uji sebaran data, Uji ini digunakan untuk mengetahui apakah data yang dipakai dapat mewakili dan tersebar dengan baik. Ada 2 metode uji sebaran yang dipakai yaitu uji sebaran chi kuadrat dan Uji Smirnov Kolmogorov.

a. Uji Smirnov Kolmogorov

Tabel 2.19 Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov

Tahun	n	Hujan (Xi)	Urutan Data	P (x)	P (x<)	P'(x)	P'(x<)	D
			Terbesar	(n / m + 1)	(I-P(x))	(n/m-1)	(1-P'(x))	
1984	1	26,57	26,57	0,091	0,909	0,111	0,889	0,020
1985	2	13,30	25,14	0,182	0,818	0,222	0,778	0,040
1986	3	13,82	20,41	0,273	0,727	0,333	0,667	0,061
1987	4	16,60	16,60	0,364	0,636	0,444	0,556	0,081
1988	5	12,70	13,82	0,455	0,545	0,556	0,444	0,101
1989	6	10,08	13,30	0,545	0,455	0,667	0,333	0,121
1990	7	12,45	12,70	0,636	0,364	0,778	0,222	0,141
1991	8	25,14	12,45	0,727	0,273	0,889	0,111	0,162
1992	9	20,41	11,70	0,818	0,182	1,000	0,000	0,182
1993	10	11,70	10,08	0,909	0,091	1,111	-0,111	0,202

Kritik pada kepercayaan 0,05 (α) : 0,32

Peluang maksimum (D maks) : 0,20

D kritis : 0,32

D maks < D kritis

$$0,202 < 0,32$$

Dari perhitungan yang sudah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa nilai $D_{maks} < D_{kritis} \rightarrow 0,202 < 0,32$, sehingga hipotesa diterima.

b. Uji Chi Kuadrat

Tabel 2.20 Perhitungan Parameter Uji Chi Kuadrat

Xmax		26,57
Xmin		10,08
K	$1 + 3,322 \log(n)$	4,32
DoF (Derajat Kebebasan)	$k - R - 1$	2,00
α	$0,005 = 0,05 \%$	
Dari tabel Chi kuadrat, diperoleh harga X^2		5,991
Ef	n / k	2,0000
Dx	$(X_{max} - X_{min}) / (K - 1)$	4,1220
X awal	$X_{min} - (0,5 Dx)$	8,0166

Tabel 2.21 Perhitungan Uji Chi Kuadrat

Nomor	Nilai Batasan			Of	Ef	$(Of-Ef)^2$	$(Of-Ef)^2 / Ef$
1	8,0166	< X <	12,1386	2	2	0	0,0
2	12,1386	< X <	16,2606	4	2	4	2,0
3	16,2606	< X <	20,3826	1	2	1	0,5
4	20,3826	< X <	24,5046	1	2	1	0,5
5	24,5046	< X <	28,6267	2	2	0	0,0
				10	10		
X^2							3,0

Nilai Chi-square hitung : 3

n (jumlah data) : 10

K : 5

DoF : 2

$$\alpha : 0,05 = 5 \%$$

$$\text{Nilai Chi-square kritis} : 5,991$$

Nilai Chi-square hitung < Nilai Chi-square kritis

$$3 < 5,991$$

Dari perhitungan yang sudah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa nilai Nilai Chi-square hitung < Nilai Chi-square kritis $\rightarrow 3 < 5,991$, sehingga hipotesa diterima.

2.3.9 Perhitungan Drainase

Pada perancangan ini drainase diasumsikan berbentuk persegi dengan kemiringan 2% dan lebar saluran $b = 0,15$ m. untuk detail perhitungan saluran drainase dapat dilihat pada Langkah-langkah berikut.

Karena saluran berbentuk persegi maka :

$$b = 2h$$

$$0,15 = 2h$$

$$h = 0,08 \text{ m}$$

kemudian dihitung luas penampang saluran tersebut :

$$A = b \times h$$

$$= 0,15 \times 0,08$$

$$= 0,01 \text{ m}^2$$

Kemudian dihitung keliling basah saluran tersebut :

$$P = b + 2h$$

$$= 0,15 + 2 \times 0,08$$

$$= 0,30 \text{ m}$$

Setelah didapatkan luas penampang saluran dan keliling basah maka dapat dihitung jari jari hidraulis saluran tersebut :

$$R = A/P$$

$$= 0,01 / 0,30$$

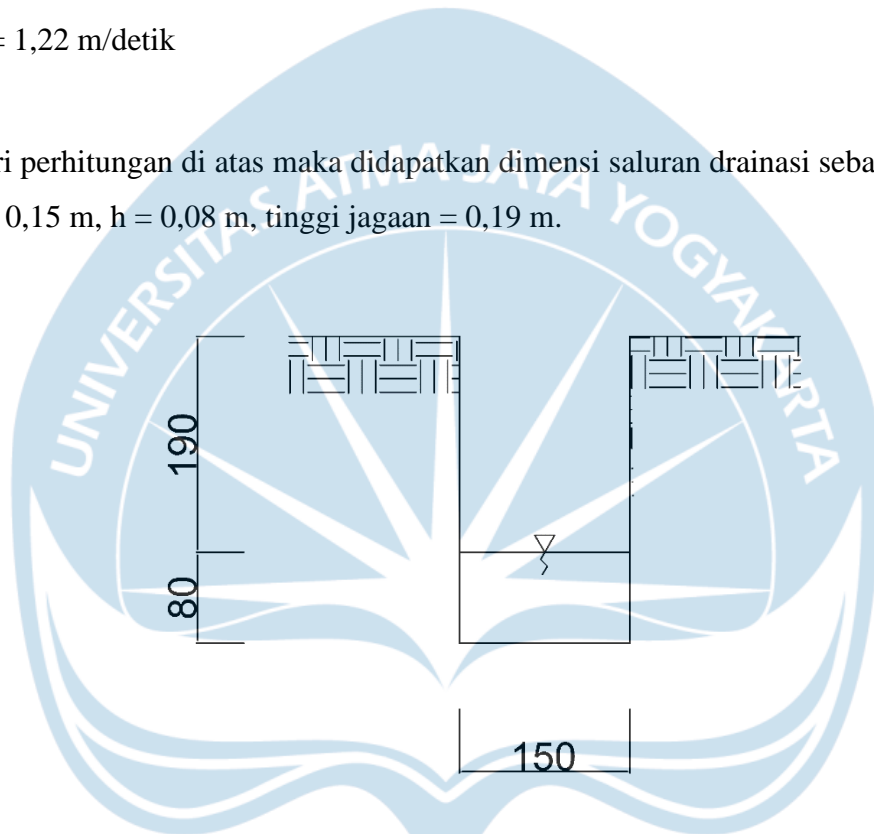
$$= 0,04 \text{ m}$$

Kemudian dari tabel 2.4 didapatkan saluran dengan bahan beton mempunyai koefisien manning sebesar $n = 0,01$. dihitung kecepatan yang mengalir pada saluran tersebut :

$$V = \frac{1}{0,01} \times 0,04^{\frac{2}{3}} \times 0003^{\frac{1}{2}}$$

$$= 1,22 \text{ m/detik}$$

Dari perhitungan di atas maka didapatkan dimensi saluran drainasi sebagai berikut $b = 0,15 \text{ m}$, $h = 0,08 \text{ m}$, tinggi jagaan = $0,19 \text{ m}$.



Gamabr 2.6 Detail Saluran Drainase

2.3.10 Perhitungan Dimensi Sumur Resapan

Untuk menghitung dan menentukan dimensi dan jumlah sumur resapan maka diperlukan perhitungan intensitas hujan terlebih dahulu. Pada perancangan ini perhitungan intensitas hujan menggunakan metode mononobe. Perhitungan intensitas hujan ini menggunakan curah hujan maksimum periode ulang 2 tahun dan durasi hujan selama 2 jam.

Diketahui :

$$t = 2 \text{ jam}$$

$$R_{24} = 14,78 \text{ mm/hari}$$

Sehingga

:

$$I = \frac{14,78}{24} \left(\frac{24}{2} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= 3,23 \text{ mm/jam}$$

$$= 0,003 \text{ m/jam}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan intensitas curah hujan sebesar 0,003 m/jam. Kemudian dihitung koefisien limpasan gabungannya menggunakan luas setiap area limpasan. Koefisien setiap luasan kemudian dikali dengan pesentase luasan tersebut dan ditotal semuanya. Koefisien limpasan setiap permukaan dapat dilihat pada tabel 2.22.

Tabel 2.22 Koefisien Limpasan untuk Metoda Rasional

No	Deskripsi Lahan / Karakter Permukaan	Koefisien C
1.	Bisnis	
	▪ Perkotaan ▪ Pinggiran	0,70 – 0,95 0,50 – 0,70
2.	Perumahan	
	▪ rumah tunggal	0,30 – 0,50
	▪ multiunit terpisah, terpisah	0,40 – 0,60
	▪ multiunit, tergabung	0,60 – 0,75
	▪ perkampungan ▪ apartemen	0,25 – 0,40 0,50 – 0,70
3	Industri	
	▪ ringan ▪ berat	0,50 – 0,80 0,60 – 0,90
	Perkerasan	
	▪ aspal dan beton ▪ batu bata, paving	0,70 – 0,95 0,50 – 0,70
	Atap	0,75 – 0,95
	Halaman, tanah berpasir	
	datar 2%	0,05 – 0,10
	rata-rata 2 – 7%	0,10 – 0,15
	curam 7%	0,15 – 0,20
	Halaman tanah berat	
	datar 2%	0,13 – 0,17
	rata-rata 2 – 7%	0,18 – 0,22
	curam 7%	0,25 – 0,35
	Halaman kereta api	0,10 – 0,35
	Taman tempat bermain	0,20 – 0,35
	Taman, pekuburan	0,10 – 0,25
	Hutan	
	datar, 0 – 5%	0,10 – 0,40
	bergelombang, 5 – 10%	0,25 – 0,50
	berbukit 10 – 30%	0,30 – 0,60

Tabel 2.23 Perhitungan Koefisien Limpasan

Area	Luas	Persentase	Koefisien C	C x Persentase
Atap	2753	53,53	0,75	0,40
Taman	974	18,94	0,1	0,02
Perkerasan Paving	1416	27,53	0,5	0,14
Total	5143	100		0,56

Dari tabel di atas didapatkan nilai C gabungan sebesar 0,56. Kemudian dapat dihitung debit banjir yang terjadi menggunakan persamaan 2.25.

Diketahui :

$$C = 0,56$$

$$I = 0,003 \text{ m/jam}$$

$$A = 5143 \text{ m}^2$$

Sehingga :

$$Q = 0,56 \times 0,003 \times 5143$$

$$= 9,26 \text{ m}^3/\text{jam}$$

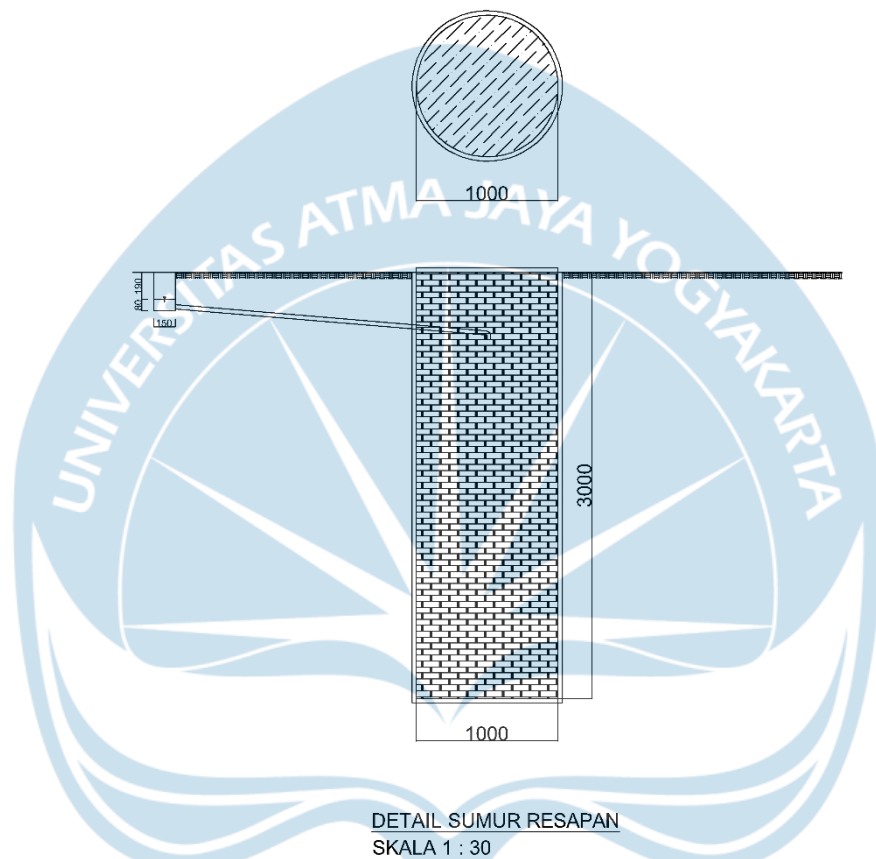
Setelah debit banjir ditemukan maka dapat dihitung jumlah dan kedalaman sumur yang dibutuhkan menggunakan persamaan 2.26. pada perancangan ini dipakai sumur dengan diameter 1 m dan kedalaman 3 m. Untuk jenis material sumur digunakan sumur kosong dengan dinding porus sehingga $w = 5$. Koefisien permeabilitas tanah menggunakan data praktikum tanah UAJY dengan nilai $K=0,02$ m/jam. Kemudian dilakukan perhitungan dan didapatkan kedalaman sumur total yang dibutuhkan yaitu sebesar $H = 24,59$ m. Karena kedalaman setiap sumur dipakai 3 m maka jumlah sumur resapan yang dibutuhkan adalah :

$$\text{Jumlah sumur} = 24,59 / 3$$

$$= 8,20$$

$$= 9 \text{ buah (dibulatkan ke atas)}$$

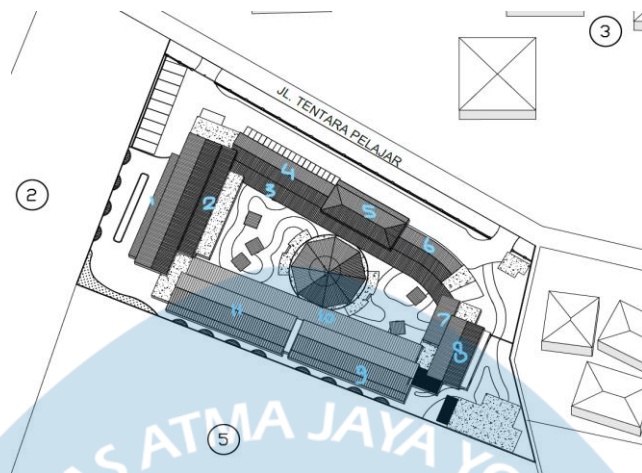
Jadi, jumlah sumur yang dibutuhkan pada perancangan ini adalah 9 sumur resapan dengan kedalaman 3 m untuk setiap sumurnya.



Gambar 2.7 Detail Sumur Resapan

2.3.11 Penentuan Dimensi Talang dan Pipa Tegak

Pada perancangan ini dimensi pipa tegak dan talang ditentukan berdasarkan luasan masing-masing atap. Luas tiap atap dibagi seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.8 Pembagian Luas Atap

Setelah menentukan pembagian luas atap kemudian dihitung luas tiap bagian atap. Dimensi talang dan pipa tegak ditentukan berdasarkan tabel 2.7. untuk detail ukuran dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 2.24 Penentuan Ukuran Talang dan Pipa Tegak

No	Luas (m ²)	Ukuran Talang (inch)	Ukuran Pipa Tegak (inch)
1	144	2	2
2	192	2	2
3	281	3	3
4	92	2	2
5	60	2	2
6	96	2	2
7	30	2	2
8	112	2	2
9	130	2	2
10	216	2	2
11	130	2	2