

BAB II

PERANCANGAN PEMIPAAN DAN DRAINASE

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Sistem Penyediaan Air Bersih

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan terpenting bagi makhluk hidup, terutama manusia. Terjaminnya akses air bersih dalam merancang sebuah bangunan gedung menjadi aspek yang sangat penting untuk menunjang penghuni yang akan menggunakan bangunan tersebut.

Empat jenis sistem penyediaan air bersih pada sistem perpipaan bangunan gedung sesuai Noerbambang dan Morimura (2000), sebagai berikut :

1. Sistem sambungan langsung
2. Sistem tangki atap
3. Sistem tangki tekan
4. Sistem tanpa tangki

2.1.2 Analisis Kebutuhan Air Bersih

Terdapat 3 metode dalam menghitung kebutuhan air bersih pada sebuah bangunan yaitu berdasarkan jumlah penghuni, jenis dan jumlah alat plambing, dan berdasarkan unit beban alat plambing (UBAP). Dalam laporan ini, hanya 2 metode yang digunakan dalam pendekatan analisis kebutuhan air bersih yaitu berdasarkan jumlah penghuni dan berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing. Langkah-langkah kerja dalam menghitung kebutuhan air sebagai berikut :

1. Berdasarkan jumlah pemakai
 - a. Menghitung jumlah penghuni bangunan
 - b. Menentukan pemakaian air rata-rata orang per hari sesuai Noerbambang dan Morimura (2000).
 - c. Menghitung pemakaian air rata-rata sehari (Q_d) dengan rumus :
$$Q_d = \text{jumlah penghuni} \times \text{pemakaian air rata - rata orang per hari} \dots\dots (1.1)$$
 - d. Menentukan antisipasi kebocoran
 - e. Menentukan durasi pemakaian air dalam sehari berdasarkan tabel dari buku Noerbambang, M. S. dan Morimura, T. (2000)

- f. Menghitung total pemakaian air rata-rata sehari dengan rumus :

$$Q_d \text{ Total} = Q_d + (Q_d \times \text{antisipasi kebocoran}) \dots \dots \dots (1.2)$$

- g. Menghitung debit pemakaian air sehari per jam dengan rumus :

$$Q_h = \frac{Q_d \text{ Total}}{\text{durasi pemakaian air}} \dots \dots \dots (1.3)$$

- h. Menghitung debit maksimum pemakaian air sehari per jam dengan rumus :

$$Q_h \text{ Maks} = Q_h \times C_1 \dots \dots \dots (1.4)$$

- i. Menghitung debit maksimum pemakaian air sehari per menit dengan rumus :

$$Q_m \text{ Maks} = \left(\frac{Q_h}{60} \right) \times C_2 \dots \dots \dots (1.5)$$

2. Berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing

- Menghitung jumlah alat plambing pada bangunan setiap lantai
- Menentukan pemakaian air rata-rata sehari (liter) berdasarkan tabel dari buku Noerbambang, M. S. dan Morimura, T. (2000)

Tabel 2.1 Pemakaian air tiap alat plambing, laju aliran air, dan ukuran pipa cabang

No	Nama alat plambing	Pemakaian air untuk penggunaan satu kali (Liter)	Penggunaan per jam	Laju aliran (Liter/m ³)	Waktu untuk pengisian (Liter)	Pipa sambungan alat plambing (mm)	Pipa cabang air bersih ke alat plambing (mm)	
							Pipa baja	Tembaga ⁴⁾
1	Kloset (dengan katup gelontor)	13,5-16,5 ¹⁾	6-12	110-180	8,2-10	24	32 ²⁾	25
2	Kloset (dengan tangka gelontor)	13-15	6-12	15	60	13	20	13
3	Peterusan (dengan katup gelontor)	5	12-20	30	10	13	20 ³⁾	13
4	Peterusan, 2-4 orang (dengan tangki gelontor)	9-18	12	1,8-3,6	300	13	20	13
		(@4,5)						
5	Peterusan, 5-7 orang (dengan tangki gelontor)	3	12-20	4,5-6,3	300	13	20	13
6	Bak cuci tangan kecil	3	12-20	10	18	13	20	13
7	Bak cuci tangan biasa (Lavatory)	10	6-12	15	40	13	20	13

Lanjutan Tabel 2.2 Pemakaian air tiap alat plambing, laju aliran air, dan ukuran pipa cabang

No	Nama alat plambing	Pemakaian air untuk penggunaan satu kali (Liter)	Penggunaan per jam	Laju aliran (Liter/mi n)	Waktu untuk pengisian (Liter)	Pipa sambungan alat plambing (mm)	Pipa cabang air bersih ke alat plambing (mm)	
							Pipa baja	Tembaga ⁴⁾
8	Bak cuci dapur (sink) dengan keran 13 mm	15	6-12	15	60	13	20	20
9	Bak cuci dapur (sink) dengan keran 20 mm	25	6-12	25	60	20	20	20
10	Bak mandi rendam (bath tup)	125	3	30	250	20	20	13-20
11	Pancuran mandi (shower)	24-60	3	12	120-300	13-20	20	13-20
12	Bak mandi gaya jepang	Tergantung ukurannya		30		20	20	30

Sumber: Noerbambang dan Morimura (2000)

- Menentukan penggunaan air per jam nya dari tabel Noerbambang, M. S. dan Morimura, T. (2000)
- Menentukan debit aliran/ laju aliran air (liter/ jam) dengan rumus:
Jumlah alat plambing x pemakaian rata-rata x penggunaan per jam (1.6)
- Menentukan Faktor Pemakaian dalam jumlah persen (%) dengan cara interpolasi dengan menggunakan rumus:

$$\frac{X_n - X_1}{X_2 - X_1} = \frac{Y_n - Y_2}{Y_1 - Y_2} \dots \dots \dots (1.7)$$

Keterangan :

Y_n = Faktor Pemakaian

Y_1 = Jenis alat plambing pada jumlah

Y_2 = Jenis alat plambing pada jumlah

X_1 = Jumlah alat plambing 1

X_2 = Jumlah alat plambing 2

X_n = Jumlah alat plambing yang akan dicari

Tabel 2.2 Presentase faktor pemakaian dan jumlah alat plambing

Jeni alat plambing \ Jumlah alat plambing	1	2	4	8	12	16	24	32	40	50	70	100
Kloset dengan katup gelontor	1	50 satu	50 2	40 3	30 4	27 5	23 6	19 7	17 7	15 8	12 9	10 10
Alat plambing biasa	1	100 dua	75 3	55 5	48 6	45 7	42 10	40 13	39 16	38 19	35 25	33 33

Sumber: Noerbambang dan Morimura (2000)

- f. Setelah menentukan jumlah factor pemakaian, selanjutnya mencari Q efektif. Mencari Q efektif menggunakan rumus:

$$Q_h = \text{Faktor pemakaian (\%)} \times \frac{\text{Debit aliran}}{\text{Laju aliran}} \dots\dots\dots (1.8)$$

- g. Setelah mencari Q efektif disetiap plambing, kemudian dicari total dari Q efektif dengan mencari rata-rata dari Q efektif (m^3/menit)

2.1.3 Perhitungan Reservoir

1. Bawah

- a. Menghitung total pemakaian air rata-rata sehari dengan rumus Noerbambang, M. S. dan Morimura, T. (2000) :

$$Q_d \text{ Total} = Q_d + (Q_d \times \text{antisipasi kebocoran}) \dots\dots\dots (1.9)$$

- b. Menghitung volume tangki dengan rumus Juwana (2005) :

$$\text{Volume tangki} = Q_d \times 40\% \dots\dots\dots (1.10)$$

- c. Menentukan ukuran tangki berdasarkan volume yang sudah dihitung dan disesuaikan dengan ukuran tangki di pasaran.

2. Atas

- a. Menghitung total pemakaian air rata-rata sehari dengan rumus Noerbambang, M. S. dan Morimura, T. (2000) :

$$Q_d \text{ Total} = Q_d + (Q_d \times \text{antisipasi kebocoran}) \dots\dots\dots (1.11)$$

- b. Menghitung volume efektif dengan rumus Juwana (2005) :

$$\text{Volume tangki} = Q_d \times 15\% \dots\dots\dots (1.12)$$

- c. Menentukan ukuran tangki berdasarkan volume yang sudah dihitung dan disesuaikan dengan ukuran tangki di pasaran.

2.1.4 Perhitungan Daya Pompa

Daya pompa adalah tenaga yang dibutuhkan untuk mengalirkan air. Untuk menghitung daya pompa perlu mengetahui *head statis* dan juga *headloss* dari pipa. Berikut adalah perhitungan untuk mendapatkan daya pompa dari *Ground Water Tank* menuju *Roof Tank*:

1. Kapasitas pompa (m^3/s) berdasarkan debit kebutuhan air maksimum
2. Menghitung Head statis (H_a)

$$H_a = \text{tinggi atap dak dari permukaan tanah} \dots\dots\dots (1.13)$$

3. Menghitung diameter pompa

$$A = \frac{Q}{V} \dots\dots\dots (1.14)$$

$$d = \sqrt{\frac{A \times 4}{\pi}} \dots\dots\dots (1.15)$$

Keterangan :

A = luasan pompa (m^2)

Q = kapasitas pompa (m^3/s)

V = kecepatan aliran air (m/s)

d = diameter pompa (mm)

4. Menghitung Major loss (H_f)

$$H_f = \frac{10,666 \times Q^{1,85} \times L}{C^{1,85} D^{4,87}} \dots\dots\dots (1.16)$$

Keterangan :

H_f = major loss (m)

Q = kapasitas pompa (m^3/s)

L = panjang pipa dari tangki bawah ke tangki atas (m)

C = koefisien Hazen-Williams

D = diameter pipa

5. Menghitung Minor loss (h)

- a. Kehilangan pada bagian pemasukan

$$h_0 = k_0 \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (1.17)$$

Keterangan :

h_0 = kehilangan pada pipa masuk (m)

k_0 = koefisien k *nominal loss*

V = kecepatan aliran air (m/s)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

b. Kehilangan pada bagian keluar

$$h_e = \text{pipe exit} \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (1.18)$$

Keterangan :

h_e = kehilangan pada bagian keluar (m)

pipe exit = koefisien pipa keluar

V = kecepatan aliran air (m/s)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

c. Kehilangan karena sambungan belokan

$$h_b = k \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (1.19)$$

Keterangan :

h_b = kehilangan pada belokan (m)

k_0 = koefisien k nominal loss

V = kecepatan aliran air (m/s)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

d. total minor loss

$$h_1 = h_0 + h_e + h_b \dots \dots \dots (1.20)$$

Keterangan :

h_0 = kehilangan pada pipa masuk (m)

h_e = kehilangan pada bagian keluar (m)

h_b = kehilangan pada belokan (m)

6. Menghitung kecepatan aliran sebenarnya

$$A = \frac{1}{4}\pi d^2 \dots\dots\dots(1.21)$$

$$V = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots(1.22)$$

Keterangan :

A = luas penampang pompa (m^2)

d = diameter pompa (m)

V = kecepatan aliran sebenarnya (m/s)

Q = kapasitas pompa (m^3/s)

7. Menghitung Head velocity

$$H_v = \frac{v^2}{2 \times g} \dots\dots\dots(1.23)$$

Keterangan :

H_v = Head velocity (m)

V = kecepatan aliran sebenarnya (m/s)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

8. Menghitung Head total

$$H = H_a + H_v + H_f \text{ total} \dots\dots\dots(1.24)$$

Keterangan :

H = head total pompa (m)

H_a = head statis pompa (m)

H_f total = total nilai H_f (m)

9. Menghitung Daya pompa

$$P = \frac{\rho \times g \times Q \times H}{80\%} \dots\dots\dots(1.25)$$

Keterangan :

P = Daya pompa (watt)

ρ = Massa jenis air (998,23 kg/m^3 untuk suhu 20° C)

g = Percepatan gravitasi (9,8 m/s^2)

Q = kapasitas pompa (m^3/s)

H = head total (m)

2.1.5 Penentuan Ukuran Pipa Penyaluran

Sebelum menentukan ukuran pipa yang dipakai, perlu ditentukan dahulu posisi pipa utama (*shaft*) sebagai acuan dalam pemberian notasi untuk alat plambingnya nanti. Penotasian alat plambing dan percabangan pipa, dilakukan berdasarkan alat plambing yang letaknya paling jauh dari *shaft*, hingga mendekati *shaft* tersebut.

Kemudian, kita hitung jumlah alat plambing yang akan di suplai oleh pipa utama. Setelah itu, kita hitung pula nilai UBAP dengan melihat tabel 4 yang ada pada SNI 8153:2015 (Badan Standarisasi Nasional, 2015). Setiap nilai UBAP dihitung untuk nilai setiap plambing. Perhitungan setiap nilai alat plambing dihitung dengan rumus :

$$\text{Alat plambing} \times \text{nilai UBAP} \dots\dots\dots (1.26)$$

Kemudian menentukan total dari nilai UBAP. Total nilai UBAP dihitung dengan cara: (jumlah dari nilai setiap plambing pada nilai UBAP + dengan total yang bagian atasnya). Tabel SNI untuk penentuan ukuran pipa dapat dilihat pada Tabel 2.3 di bawah.

Tabel 2.3 Penentuan ukuran pipa

Ukuran meter air (inci) "	Diameter pipa pembawa (inci)	Panjang maksimum yang diperbolehkan (m)														
		12	18	24	30	46	61	76	91	122	152	183	213	244	274	305
$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	6	5	4	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	16	16	14	12	9	6	5	5	4	4	3	2	2	2	1
$\frac{3}{4}$	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
$\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{4}$	36	33	31	28	24	23	21	19	17	16	13	12	12	11	11
1	$1\frac{1}{4}$	54	47	42	38	32	28	25	23	19	17	14	12	12	11	11
$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	78	68	57	48	38	32	28	25	21	18	15	12	12	11	11
1	$1\frac{1}{2}$	85	84	79	65	56	48	43	38	32	28	26	22	21	20	20
$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	150	124	105	91	70	57	49	45	36	31	26	23	21	20	20
2	$1\frac{1}{2}$	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
$1\frac{1}{2}$	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	$2\frac{1}{2}$	445	418	390	370	330	300	280	265	240	220	198	175	158	143	133

Sumber: Standar Nasional Indonesia (SNI) 8153-2015

2.1.6 Mencari data hujan di kawasan sekitar gedung dan menentukan curah hujan rata-rata maksimum berdasarkan data 10 tahun.

2.1.7 Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi dilakukan untuk mendapatkan beberapa gambaran berapa banyak frekuensi terjadinya situasi-situasi ekstrem, seperti banjir, kekeringan, dll menggunakan distribusi probabilitas (Soewarno, 1995). Ada beberapa tahap yang dilakukan dalam analisis frekuensi. Tahap pertama untuk masuk ke analisis frekuensi adalah menentukan jenis distribusi data yang kita punya.

1. Menghitung rata-rata dari curah hujan rata-rata maksimum per tahun ($\bar{p}$)

Rumus rata-rata adalah sebagai berikut.

$$\bar{p} = \frac{\text{jumlah semua data}}{n} \dots\dots\dots (1.27)$$

2. Menghitung standar deviasi/simpangan (S_d)

Hasil akar dari jumlah selisih antara curah hujan rerata maksimum dengan rata-rata ($\bar{p}$) dikuadratkan lalu dibagi jumlah data dikurang 1.

$$s = \sqrt{\left[\frac{\sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})^2}{n-1} \right]} \dots\dots\dots (1.28)$$

3. Menghitung koefisien variasi (C_v)

Perbandingan antara standar deviasi dan rata-rata.

$$C_v = \frac{s}{\bar{p}} \dots\dots\dots (1.29)$$

4. Menghitung koefisien kemiringan (C_s)

Variabel a dibagi pangkat tiga dari standar deviasi.

$$C_s = \frac{a}{s^3} \dots\dots\dots (1.30)$$

$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})^3 \dots\dots\dots (1.31)$$

5. Menghitung koefisien kurtosis

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})^4 \dots\dots\dots (1.32)$$

2.1.8 Penentuan Jenis Distribusi Data

Setelah semua parameter dihitung, maka kita bisa mencari jenis distribusi data kita. Ada 4 jenis distribusi probabilitas beserta syarat-syaratnya, yaitu Normal, Log-normal, Gumbel, dan Log Person III.

1. Distribusi Normal

$$C_s \approx 0 \quad C_k \approx 3 \dots\dots\dots (1.33)$$

$$\bar{p} \pm s = 68,27\% \quad \bar{p} \pm 2s = 95,44\% \dots\dots\dots (1.34)$$

2. Distribusi Log-Normal

$$C_s = C_v^3 + 3C_v \dots\dots\dots (1.35)$$

$$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3 \dots\dots\dots (1.36)$$

3. Distribusi Gumbel

$$C_s \approx 1.1396 \quad C_k \approx 5.4002 \dots\dots\dots (1.37)$$

4. Distribusi Log Pearson III

Distribusi Log Pearson III digunakan jika parameter-parameter yang sudah kita cari tidak memenuhi syarat normal, log-normal, maupun gumbel.

2.1.9 Menghitung Hujan Maksimum

Menghitung hujan maksimum periode ulang 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun dengan nilai k seperti pada Tabel 2.5 berikut.

Tabel 2.4 Nilai k untuk distribusi Log Pearson Tipe III

C_s	Periode Ulang					
	2	5	10	25	50	100
	Persentase Peluang Terlampaui					
	50	20	10	4	2	1
0	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326
-0,1	0,017	0,846	1,270	1,716	2,000	2,252
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,843	2,029
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,7	0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824
-0,8	0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891

Sumber : Triatmodjo, (2008)

2.1.10 Menghitung Intensitas hujan

Untuk perencanaan debit rancangan banjir dalam menentukan saluran drainase dan sumur resapan menggunakan Metode Mononobe.

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (1.38)$$

Keterangan:

I_t = intensitas curah hujan untuk lama hujan t (mm/jam)

t = lamanya curah hujan (jam)

R_{24} = curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)

2.1.11 Perhitungan Debit Rencana.

Yaitu debit air hujan yang akan diterima oleh kawasan gedung. Perhitungan debit rencana dapat menggunakan metode Rasional dengan persamaan sebagai berikut.

$$Q = \frac{C \times I_t \times A}{3,6} \dots\dots\dots (1.39)$$

Keterangan:

C = koefisien limpasan air hujan (Tabel 9)

I_t = intensitas curah hujan untuk lama hujan t (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (km^2)

Tabel 2.5 Koefisien aliran permukaan (C)

No	Jenis Daerah	Koefisien C
1	Derah perdagangan • Perkotaan (down town) • Pinggiran	0,70 - 0,90 0,50 - 0,70
2	Pemukiman • Perumahan satu keluarga • Perumahan berkelompok, terpisah-pisah • Perumahan berkelompok, bersambungan • Suburban • Daerah apartemen	0,30 - 0,50 0,40 - 0,60 0,60 - 0,75 0,25 - 0,40 0,50 - 0,70
3	Industri • Daerah industri ringan • Daerah industri berat	0,50 - 0,80 0,60 - 0,90
4	Taman, pekuburan	0,10 - 0,25
5	Tempat bermain	0,20 - 0,35
6	Daerah stasiun kereta api	0,20 - 0,40
7	Daerah belum diperbaiki	0,10 - 0,30
8	Jalan	0,70 - 0,95
9	Bata • Jalan, hamparan • Atap	0,75 - 0,85 0,75 - 0,95

Sumber: Schwab, et al, 1981, dalam Arsyad, (2006)

2.1.12 Perencanaan Kebutuhan Sumur Resapan

Perencanaan sumur resapan ini telah diatur dalam SNI 03-2453-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Teknik Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan. Tahap perencanaan sumur resapan ialah:

1. Perhitungan volume andil banjir

$$V_{ab} = 0,855 \times C_{tad战略} \times C_{tad战略} \times R \dots\dots\dots (1.40)$$

Keterangan :

V_{ab} = volume andil banjir yang akan diresapkan (m^3)

$C_{tad战略}$ = koefisien limpasan dari bidang tangkapan

$A_{tad战略}$ = luas bidang tangkapan

R = tinggi hujan harian rata-rata ($L/m^2/hari$)

2. Perhitungan volume air hujan yang meresap

$$V_{rsp} = \frac{t_e}{R} A_{total} \times K \dots\dots\dots (1.41)$$

$$t_e = 0,9 \frac{R^{0,92}}{60} \dots\dots\dots (1.42)$$

Keterangan :

V_{rsp} = volume air hujan yang meresap (m^3)

t_e = durasi hujan efektif (jam)

$A_{tad战略}$ = luas bidang tangkapan

R = tinggi hujan harian rata-rata ($L/m^2/hari$)

K = koefisien permeabilitas tanah ($m^3/hari$)

Untuk dinding sumur resapan yang tidak kedap, maka persamaan nilai K ditulis sebagai berikut.

$$K_{rata-rata} = \frac{K_v.A_v + K_h.A_h}{A_{total}} \dots\dots\dots (1.43)$$

Keterangan :

K = koefisien permeabilitas tanah ($m^3/hari$)

K_v = koefisien permeabilitas tanah pada dinding sumur ($m^3/hari$)
 $= 2 \times Q_h$

K_h = koefisien permeabilitas tanah pada alas sumur ($m^3/hari$)

A_{total} = total luas alas dan dinding sumur

3. Perhitungan volume penampungan

$$V_{storaasi} = V_{ab} - V_{rsp} \dots \dots \dots (1.44)$$

Keterangan :

V_{ab} = volume andil banjir yang akan diresapkan (m^3)

V_{rsp} = volume air hujan yang meresap (m^3)

4. Perencanaan jumlah sumur resapan

Perhitungan jumlah sumur resapan di daerah sekitar kawasan gedung dipengaruhi oleh diameter dan kedalaman sumur resapan. Semakin dalam dan semakin besar diameter sumur resapan, maka jumlah sumur resapan akan lebih sedikit.

2.1.13 Merencanakan Kebutuhan Pipa Air Hujan

Perencanaan pipa air hujan dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan Hazen-Williams atau berdasarkan SNI 8513:2015. Perencanaan pipa berdasarkan SNI mempertimbangkan luas daerah tangkapan dan intensitas curah hujan.

2.1.14 Perencanaan Saluran Drainase

Penampang saluran drainase memiliki beberapa bentuk diantaranya persegi, trapesium, lingkaran, dan segitiga. Jika digunakan bentuk penampang saluran drainase trapesium, maka kemiringan sisi trapesium direncanakan 60° agar mendapatkan bentuk trapesium yang paling ekonomis. Persamaan untuk menghitung debit aliran pada saluran drainase ialah sebagai berikut.

$$Q = h^2 \sqrt{3} \times \frac{1}{n} \left(\frac{h}{2} \right)^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (1.45)$$

Keterangan :

Q = debit aliran pada saluran (m^3/s)

h = tinggi air

n = koefisien Manning (Tabel 11)

S = kemiringan saluran

Tabel 2.6 Koefisien Manning

Tipe pipa	Koefisien Manning n
Besi tuang dilapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapis mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
Saluran tanah bersih	0,022
Saluran tanah	0,030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran pada galian batu padas	0,040

Sumber: Triatmodjo (1993)

Untuk menentukan dimensi saluran drainase trapesium, maka lebar dasar saluran dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut.

$$B = \frac{2}{3} h \sqrt{3} \dots\dots\dots (1.46)$$

Keterangan :

B = lebar dasar saluran (m)

h = tinggi air (m)

Setelah diketahui dimensi penampang saluran drainase, maka dapat dihitung pula luas dan perimeter basah, serta jari-jari hidraulik dengan persamaan berikut.

$$P = 2h\sqrt{3} \dots\dots\dots (1.47)$$

$$A = h^2 \sqrt{3} \dots\dots\dots (1.48)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (1.49)$$

Keterangan :

P = perimeter basah

A = luas basah

R = jari-jari hidraulik

h = tinggi air

Tinggi jagaan saluran dapat ditentukan berdasarkan laju aliran air. Laju aliran pada saluran dirumuskan sebagai berikut.

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (1.50)$$

Keterangan :

V = laju aliran air pada saluran

n = koefisien Manning

R = jari-jari hidraulik

S = kemiringan saluran

Berdasarkan KP. 03 Tahun 2013 tentang Perancangan Jaringan Irigasi, tinggi jagaan saluran ditentukan seperti dalam Tabel 2.7 sebagai berikut.

Tabel 2.7 Tinggi jagaan minimum untuk saluran tanah

Q (m ³ /dt)	Tinggi Jagaan (m)
< 0,5	0,40
0,5 – 1,5	0,50
1,5 – 5,0	0,60
5,0 – 10,0	0,75
10,0 – 15,0	0,85
> 15,0	1,00

Sumber: KP 03 tentang Perancangan Jaringan Irigasi (2013)

2.2 Hasil dan Pembahasan

2.2.1 Analisis Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan Jumlah Penghuni

1. Jumlah penghuni bangunan = 480 orang (berdasarkan perencanaan)
2. Pemakaian air rata-rata orang per hari

Tabel 2.8 Tabel pemakaian air rata-rata sehari

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	Apartment	200-250	8-10	45-50	Mewah 250 liter
					Menengah 180 liter
					Bujangan 120 liter
4	Asrama	120	8	45-48	Bujangan

Lanjutan Tabel 2.9 Pemakaian Air Rata-Rata Sehari

No.	Jenis Gedung	Pemakaian air rata-rata sehari (liter)	Jangka waktu pemakaian air rata-rata sehari (jam)	Perbandingan luas lantai efektif/total (%)	Keterangan
5	Rumah sakit	Mewah > 1000	8	45-48	
		Menengah 500-1000	8	45-48	(setiaptempat tidur pasien)
		Umum 350-500			Pasien luar: 8 liter
					Staf/pegawai: 120 liter
					Keluarga pasien: 160 liter
6	Sekolah dasar	40	8-10	58-60	Guru: 100 liter
7	SLTP	50	5	58-60	Guru: 100 liter
8	SLTA dan lebih tinggi	80	6		Guru/dosen: 100 liter
9	Rumah-toko	100-200	6		Penghuninya: 160 liter
10	Gedung kantor	100	8	60-70	Setiap pegawai
11	Torseba (took serba ada, department store)	3	8	55-60	Pemakaian air hanya untuk kakus, belum termasuk untuk bagian restorannya.
12	Pabrik/industri	Buruh pria: 60	7		Per orang, setiap giliran (kali kerja lebih dari 8 jam)
		Wanita: 100			
13	Stasiun/terminal	3	8	53-55	Setiap penumpang (yang tiba maupun berangkat)
14	Restoran	30	15		Untuk penghuni: 160 liter
15	Restoran umum	15	5		Untuk penghuni: 160 liter
					Pelayan: 100 liter

Lanjutan Tabel 2.9 Pemakaian Air Rata-Rata Sehari

No.	Jenis Gedung	Pemakaian air rata-rata sehari (liter)	Jangka waktu pemakaian air rata-rata sehari (jam)	Perbandingan luas lantai efektif/total (%)	Keterangan
					70% dari jumlah tamu perlu 15 liter/orang untuk kakus, cuci tangan dsb.
16	Gedung pertunjukan	30	7	53-55	Kalalu digunakan siang dan malam, pemakaian air dihitung per penonton. Jam pemakaian air dalam tabel adalah untuk satu kali pertunjukan.
17	Gedung bioskop	10	5		-idem-
18	Toko pengecer	40	3		Pedagang besar: 30 liter/tamu, 150 liter/staf atau 5 liter Per hari setiap m ² luas lantai.
19	Hotel/penginapan	250-300	6		Untuk setiap tamu, untuk setiap staf 120-150 liter; penginapan 200 liter.
20	Gedung peribadatan	10	10		Didasarkan jumlah Jemaah per hari.
21	Perpustakaan	25	2	53-55	Untuk setiap pembaca yang tinggal.
22	Bar	30	6	53-55	Setiap tamu
23	Perkumpulan sosial	30		53-55	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: Noerbambang dan Morimura (2000)

Kotak warna merah menunjukkan jenis gedung hotel/penginapan yang diambil dengan kebutuhan air penginapan sebesar 200 liter/orang/hari

3. Menghitung pemakaian air rata-rata sehari (Q_d) dengan rumus :

$$\begin{aligned} Q_d &= \text{Jumlah penghuni} \times \text{pemakaian air rata-rata orang per hari} \\ &= 480 \text{ orang} \times 200 \text{ lt/orang/hari} \\ &= 96000 \text{ liter/hari} \\ &= 96 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

4. Menentukan antisipasi kebocoran, yaitu sebesar 20%
 5. Menentukan durasi pemakaian air dalam sehari berdasarkan tabel 2.1 dari buku Noerbambang, M. S. dan Morimura, T. (2000), yaitu 6 jam.
 6. Menghitung total pemakaian air rata-rata sehari (Q_d total) dengan rumus :

$$\begin{aligned} Q_d \text{ total} &= Q_d + (Q_d \times \text{antisipasi kebocoran}) \\ &= 96 \text{ m}^3/\text{hari} + (96 \text{ m}^3/\text{hari} \times 20\%) \\ &= 115,2 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

7. Menghitung debit pemakaian air sehari per jam (Q_h) dengan rumus :

$$\begin{aligned} Q_h &= Q_d \text{ total} / \text{durasi pemakaian air} \\ &= 115,2 \text{ m}^3/\text{hari} / 6 \text{ jam} \\ &= 19,2 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

8. Menghitung debit maksimum pemakaian air sehari per jam (Q_h maks) menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} Q_h \text{ maks} &= Q_h \times C1 \\ &= 19,2 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2,0 \\ &= 38,4 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

9. Menghitung debit maksimum pemakaian air sehari per menit (Q_m maks) dengan rumus :

$$\begin{aligned} Q_m \text{ maks} &= (Q_h/60) \times C2 \\ &= (19,2 \text{ m}^3/\text{jam} / 60) \times 4,0 \\ &= 1,28 \text{ m}^3/\text{menit} \end{aligned}$$

2.2.2 Analisis Kebutuhan Air Bersih Berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui berapa banyak jumlah kebutuhan air bersih yang diperlukan berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing yang ada di bangunan rusun sewa ini. Hasil dibawah didapatkan dengan menggunakan Tabel 2.1 dan Tabel 2.2

Tabel 2.9 Jenis dan jumlah alat plambing

	Jenis alat plambing	Jumlah alat plambing	Pemakaian air rata-rata sehari (liter)	Penggunaan per jam	Debit aliran/laju aliran air (liter/jam)	Faktor pemakaian (%)	Qefektif (liter/jam)
Lantai 1	Kloset	29	13,5	6	2349	21,5	505,035
	Pancuran mandi	29	24	3	2088	41,25	861,3
	Bak cuci tangan kecil	29	10	6	1740	41,25	717,75
Lantai 2	Kloset	48	13,5	6	3888	16,6	645,408
	Bak cuci dapur	48	15	6	4320	38,8	1676,16
	Pancuran mandi	48	30	3	4320	38,8	1676,16
Lantai 3	Kloset	48	13,5	6	3888	16,6	645,408
	Bak cuci dapur	48	15	6	4320	38,8	1676,16
	Pancuran mandi	48	30	3	4320	38,8	1676,16
Lantai 4	Kloset	48	13,5	6	3888	16,6	645,408
	Bak cuci dapur	48	15	6	4320	38,8	1676,16
	Pancuran mandi	48	30	3	4320	38,8	1676,16
Lantai 5	Kloset	48	13,5	6	3888	16,6	645,408
	Bak cuci dapur	48	15	6	4320	38,8	1676,16
	Pancuran mandi	48	30	3	4320	38,8	1676,16
TOTAL (Qh-max)							18,07 m ³ /jam

$$T = 6 \text{ jam}$$

$$C1 = 2$$

$$C2 = 4$$

$$Q_h \text{ max} = 18,07 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q_m \text{ max} = 0,60 \text{ m}^3/\text{menit}$$

2.2.3 Perhitungan Reservoir

1. Bawah

- a. Menghitung total pemakaian air rata-rata sehari ($Q_d \text{ total}$) :

$$\begin{aligned}
 Q_d \text{ total} &= Q_d + (Q_d \cdot \text{antisipasi kebocoran}) \\
 &= 96 \text{ m}^3/\text{hari} + (96 \text{ m}^3/\text{hari} \times 20\%) \\
 &= 115,2 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

- b. Menghitung volume tangki :

$$\begin{aligned}
 \text{Vol. tangki} &= Q_d \cdot 40\% \\
 &= 115,2 \text{ m}^3/\text{hari} \times 40\% \\
 &= 46,08 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- c. Menentukan ukuran tangki bawah berdasarkan volume yang sudah dihitung dan disesuaikan dengan ukuran tangki di pasaran.

Tabel 2.10 Ukuran Ground Water Tank (GWT)

No	Type	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Volume(m ³)
1	GWT8	2	2	2	8
2	GWT10	2	2	2,5	10
3	GWT12	2	3	2	12
4	GWT15	2	3	2,5	15
5	GWT16	4	2	2	16
6	GWT18	2	3	3	18
7	GWT20	5	2	2	20
8	GWT24	3	4	2	24
9	GWT27	3	3	3	27
10	GWT30	3	5	2	30
11	GWT30	2	5	3	30
12	GWT32	2	8	2	32
13	GWT36	3	3	4	36
14	GWT40	5	4	2	40
15	GWT42	3	7	2	42
16	GWT45	3	5	3	45
17	GWT48	6	4	2	48
18	GWT50	5	5	2	50
19	GWT60	6	5	2	60
20	GWT75	5	5	3	75

Diambil GWT dengan volume 48 m³ yang ditunjukkan oleh kotak warna merah, memiliki ukuran :

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 6 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 4 \text{ m} \\
 \text{Tinggi efektif} &= 1,6 \text{ m} \\
 \text{Tinggi freeboard} &= 0,4 \text{ m} \\
 \text{Tinggi total} &= 2 \text{ m}
 \end{aligned}$$

2. Atas

- a. Menghitung total pemakaian air rata-rata sehari (Qd total) :

$$\begin{aligned}
 Q_d \text{ total} &= Q_d + (Q_d \times \text{antisipasi kebocoran}) \\
 &= 96 \text{ m}^3/\text{hari} + (96 \text{ m}^3/\text{hari} \times 20\%) \\
 &= 115,2 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

- b. Menghitung volume efektif :

$$\begin{aligned}
 \text{Vol. efektif} &= Q_d \times 15\% \\
 &= 115,2 \text{ m}^3/\text{hari} \times 15\% \\
 &= 17,28 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- c. Menentukan ukuran tangki atas berdasarkan volume yang sudah dihitung dan disesuaikan dengan ukuran tangki di pasaran.

Tabel 2.11 Ukuran *Roof Water Tank* (RWT)

No	Type	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Volume (m ³)
1	RWT16	4	2	2	16
2	RWT20	5	2	2	20
3	RWT27	3	3	3	27
4	RWT32	8	2	2	32
5	RWT40	5	4	2	40
6	RWT60	6	5	2	60
7	RWT100	5	5	4	100
8	RWT150	10	5	3	150
9	RWT192	16	3	4	192
10	RWT200	10	5	4	200

Diambil *roof tank* dengan volume 20 m³ seperti yang ditunjukkan oleh kotak warna merah, memiliki ukuran :

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 5 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 2 \text{ m} \\
 \text{Tinggi efektif} &= 1,6 \text{ m} \\
 \text{Tinggi freeboard} &= 0,4 \text{ m} \\
 \text{Tinggi total} &= 2 \text{ m}
 \end{aligned}$$

2.2.4 Perhitungan Daya Pompa

Perhitungan untuk mendapatkan daya pompa dari *Ground Water Tank* menuju *Roof Tank*:

1. Kapasitas pompa

$$Q = 1,28 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$Q = 0,02133 \text{ m}^3/\text{detik}$$

2. Menghitung Head statis (H_a)

$$\begin{aligned} H_a &= \text{tinggi atap dak dari permukaan tanah} \\ &= 20 \text{ m} \end{aligned}$$

3. Menghitung diameter pompa

$$\begin{aligned} A &= \frac{Q}{V} \\ A &= \frac{0,02133 \text{ m}^3/\text{s}}{2 \text{ m/s}} \\ A &= 0,010666667 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= \sqrt{\frac{A \times 4}{\pi}} \\ &= \sqrt{\frac{0,010666667 \times 4}{\pi}} \\ &= 0,116538499 \text{ m} \\ &= 116,5384993 \text{ mm} \\ &= 125 \text{ mm} \end{aligned}$$

Diameter pompa diambil 125 mm, sesuai spesifikasi yang tersedia di pasaran.

4. Menghitung Major loss (H_f)

$$\begin{aligned} H_f &= \frac{10,666 \times Q^{1,85} \times L}{C^{1,85} D^{4,87}} \\ H_f &= \frac{10,666 \times 0,02133^{1,85} \times 51,8 \text{ m}}{130^{1,85} 0,125^{4,87}} \\ H_f &= 1,319 \text{ m} \end{aligned}$$

5. Menghitung Minor loss (h)

- a. Kehilangan pada bagian pemasukan

$$h_0 = k_0 \frac{v^2}{2g}$$

$$h_0 = 0,5 \frac{2^2}{2 \times 9,81}$$

$$h_0 = 0,1019 \text{ m}$$

- b. Kehilangan pada bagian keluar

$$h_e = \text{pipe exit} \frac{v^2}{2g}$$

$$h_e = 1 \times \frac{2^2}{2 \times 9,81}$$

$$h_e = 0,204 \text{ m}$$

- c. Kehilangan karena sambungan belokan

$$h_b = k \frac{v^2}{2g}$$

$$h_b = 0,64 \frac{2^2}{2 \times 9,81}$$

$$h_b = 0,1305 \text{ m}$$

- d. Total minor loss

$$h_1 = h_0 + h_e + h_b$$

$$h_1 = 0,1019 + 0,204 + (0,1305 \times 3)$$

$$h_1 = 0,6972$$

6. Menghitung kecepatan aliran sebenarnya

$$A = \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$A = \frac{1}{4} \pi 0,125^2$$

$$A = 0,0123 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0,02133}{0,0123}$$

$$V = 1,738 \text{ m/s}$$

7. Menghitung Head velocity

$$H_v = \frac{v^2}{2 \times g}$$

$$H_v = \frac{1,738^2}{2 \times 9,81}$$

$$H_v = 0,154 \text{ m}$$

8. Menghitung Head total

$$H = H_a + H_v + H_l$$

$$H = 20 + 1,319 + 0,6972 + 0,154$$

$$H = 22,17 \text{ m}$$

9. Menghitung Daya pompa

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

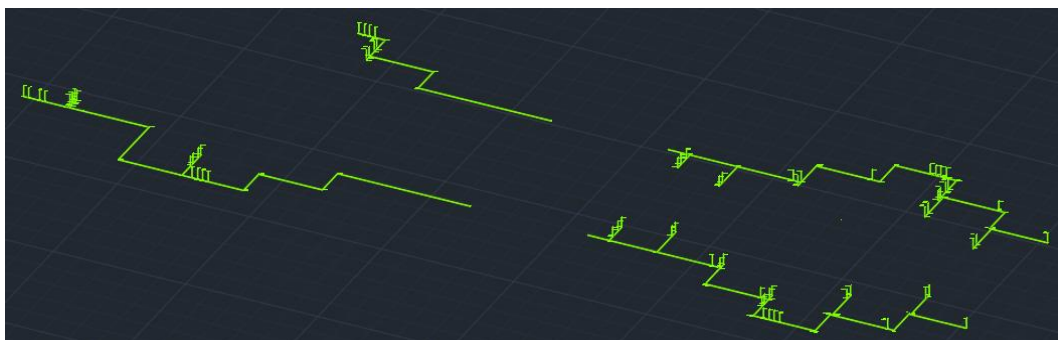
$$P = \frac{998,23 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 0,02133 \text{ m}^3/\text{s} \times 22,17 \text{ m}}{80\%}$$

$$P = 5789,35 \text{ watt}$$

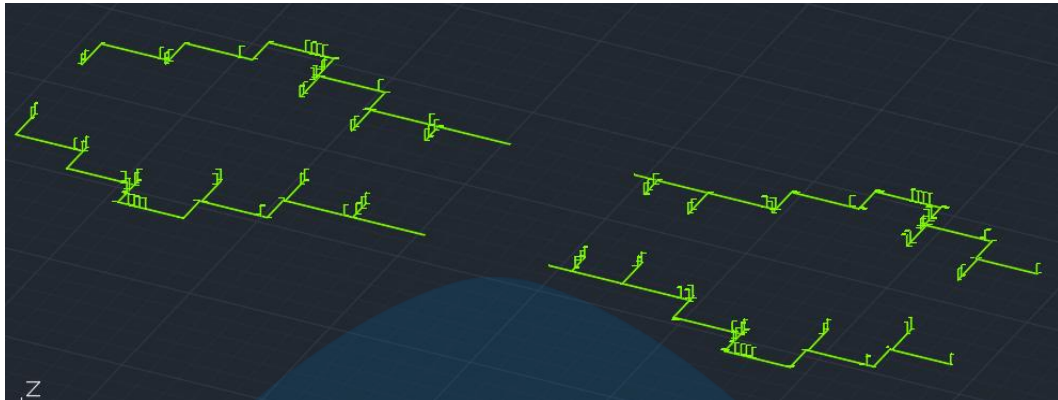
$$P = 5,8 \text{ kW}$$

2.2.5 Isometri Pipa

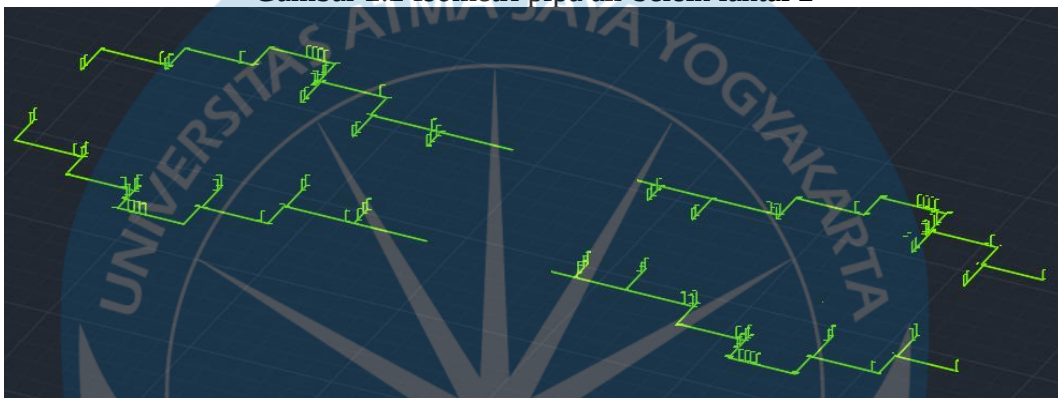
Berikut ini merupakan gambar isometri jaringan pipa air bersih dan jaringan pipa air hujan yang dibuat menggunakan aplikasi *Autocad*.



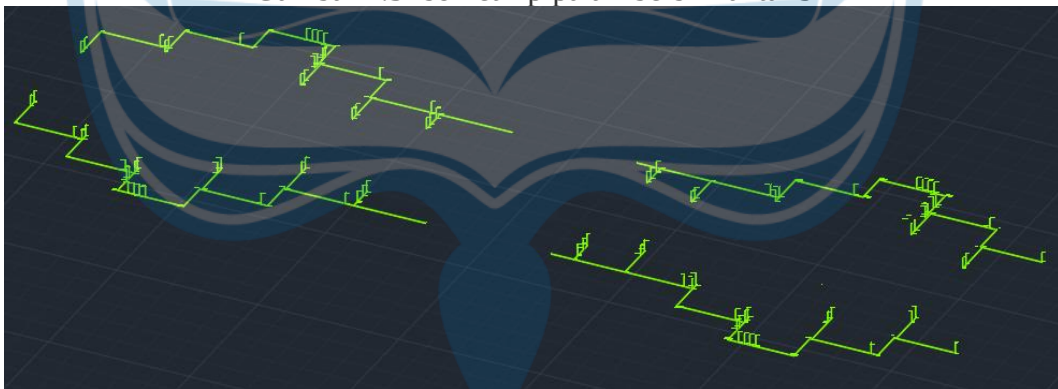
Gambar 2.1 Isometri pipa air bersih lantai 1



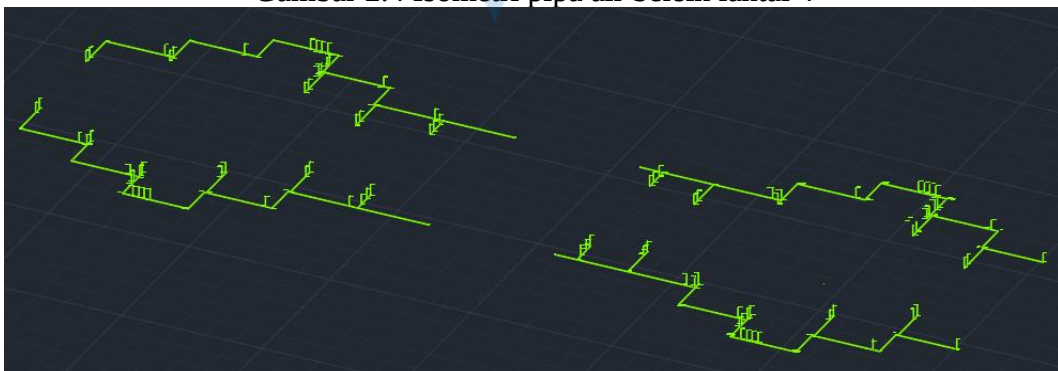
Gambar 2.2 Isometri pipa air bersih lantai 2



Gambar 2.3 Isometri pipa air bersih lantai 3



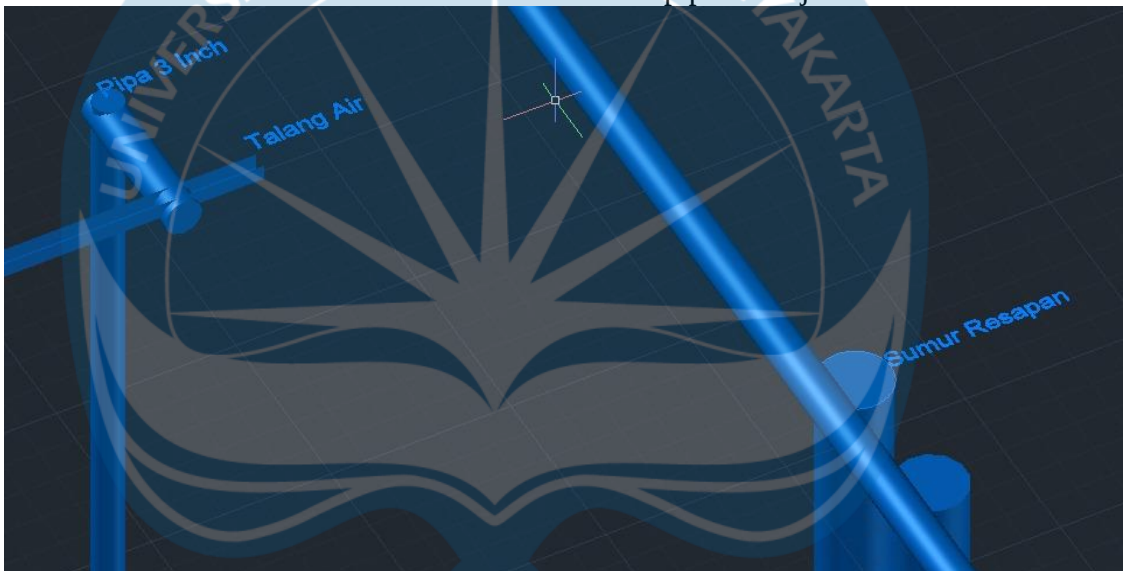
Gambar 2.4 Isometri pipa air bersih lantai 4



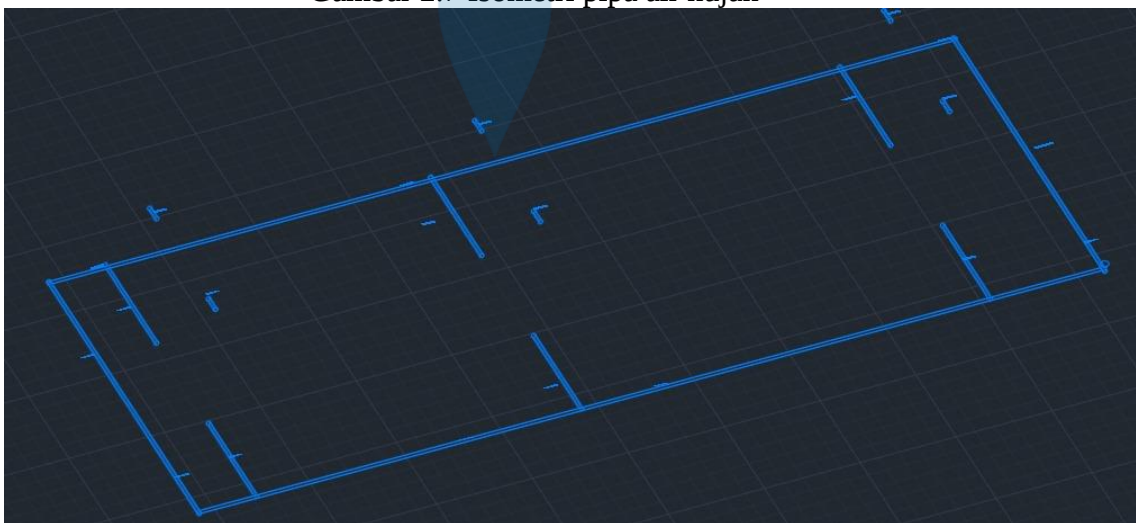
Gambar 2.5 Isometri pipa air bersih lantai 5



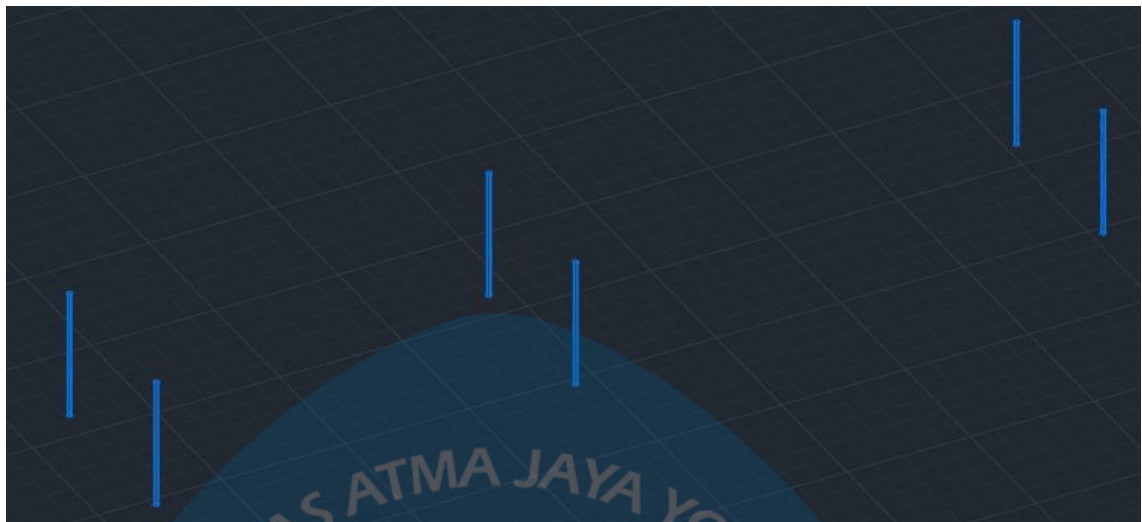
Gambar 2.6 Isometri keseluruhan pipa air hujan



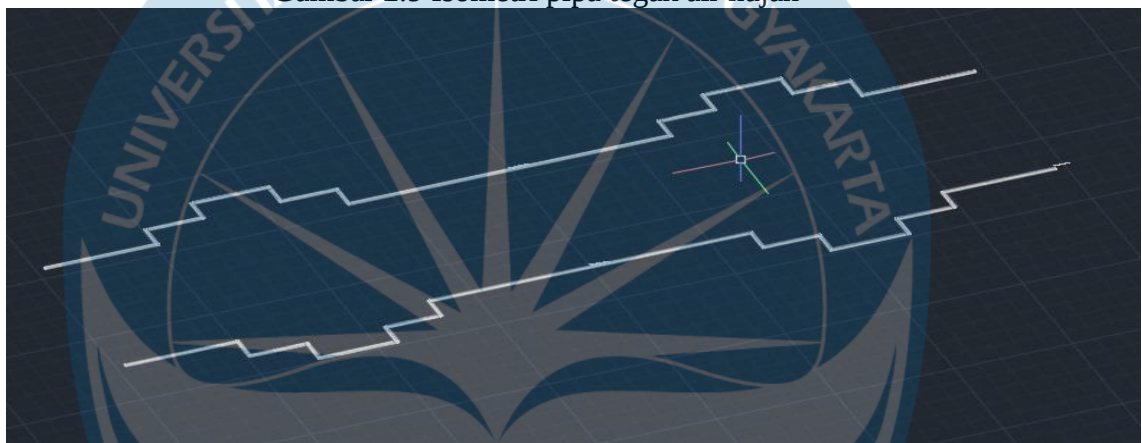
Gambar 2.7 Isometri pipa air hujan



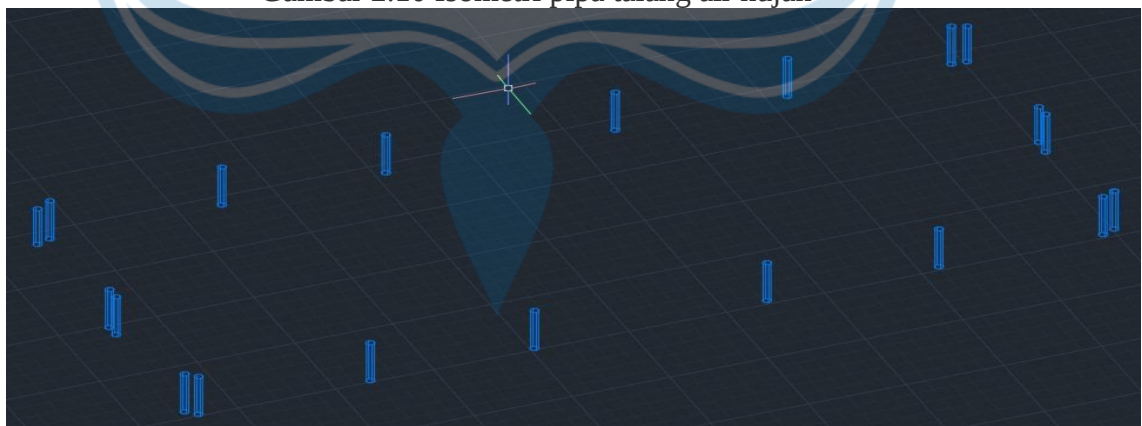
Gambar 2.8 Isometri pipa horizontal air hujan



Gambar 2.9 Isometri pipa tegak air hujan



Gambar 2.10 Isometri pipa talang air hujan



Gambar 2.11 Isometri sumur resapan

2.2.6 Perencanaan Perpipa-an Jaringan Hujan

1. Analisis frekuensi

Berikut merupakan tabel-tabel hasil perhitungan curah hujan dan tabel standar deviasi.

Tabel 2.12 Curah hujan rata-rata maksimum rentang 10 tahun

Tahun	Curah hujan Rata2 Max (X)
1988	138
1989	53
1990	57
1991	38
1992	37
1993	185
1994	79
1995	34
1996	63
1997	50
(X) rata2	73,4

Tabel 2.13 Standar deviasi/simpangan (sd/s)

Standar Deviasi					
(Xi)	(X) rata2	(X) - (p) rata2	((Xi) - (X) rata2))^2	((Xi) - (X) rata2))^3	((Xi) - (X) rata2))^4
138,0	73,4	64,6	4.173,2	269.586,1	17.415.264,4
53,0	73,4	-20,4	416,2	-8.489,7	173.189,1
57,0	73,4	-16,4	269,0	-4.410,9	72.339,5
38,0	73,4	-35,4	1.253,2	-44.361,9	1.570.410,0
37,0	73,4	-36,4	1.325,0	-48.228,5	1.755.519,0
185,0	73,4	111,6	12.454,6	1.389.928,9	155.116.064,8
79,0	73,4	5,6	31,4	175,6	983,4
34,0	73,4	-39,4	1.552,4	-61.163,0	2.409.821,6
63,0	73,4	-10,4	108,2	-1.124,9	11.698,6
50,0	73,4	-23,4	547,6	-12.812,9	299.822,0
Total			22.130,4	1.479.098,9	178.825.112,4
n-1			9		
s			49,588		

Menghitung koefisien variasi (Cv)

$$C_v = \frac{s}{p}$$

$$C_v = \frac{49,588}{73,4} = 0,676$$

Menghitung koefisien kemiringan

$$c_s = \frac{a}{s^3} \quad a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})^3$$

$$C_s = \frac{10 \times 1.479.098,9}{9 \times 8 \times 49,588^3} = 1.68$$

Menghitung koefisien kurtosis (Ck)

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})^4$$

$$C_k = \frac{10^2 \times 178.825.112,4}{9 \times 8 \times 7 \times 49,588^4}$$

$$= 5,9$$

Setelah mendapat semua indikator untuk menentukan jenis distribusi data, semua nilai dimasukkan ke dalam tabel untuk dibandingkan.

Tabel 2.14 Penentuan jenis distribusi data

No	Tipe distribusi	Syarat	Perhitungan	Keterangan
1	Normal	$C_s \approx 0$	2	Tidak Memenuhi
		$C_k \approx 3$	6	
		$\bar{p} \pm s = 68,27\%$	23,81	
		$\bar{p} \pm 2s = 95,44\%$	-25,78	
2	Log Normal	$C_s \approx 1,1396$	2,34	Tidak Memenuhi
		$C_k \approx 5,4002$	14,041	
3	Gumbel	$C_s = Cv^3 + 3Cv$	1,685	Tidak Memenuhi
		$C_k = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2$	5,868	
4	Log Pearson III	Tidak masuk tipe yang lain		Dipilih

Berdasarkan hasil perhitungan, maka jenis distribusi termasuk distribusi Log Person III.

Tabel 2.15 Perhitungan distribusi Log Pearson III

Tahun	n	Hujan (Xi)	Log(X)	Log(Xrt)	(LogX - LogXrt)	(LogX - LogXrt)^2	(LogX - LogXrt)^3	(LogX - LogXrt)^4
1988	1	138,0	2,14	1,81	0,33	0,10867	0,035822	0,0118085
1989	2	53,0	1,72	1,81	-0,09	0,00739	-0,000635	0,0000546
1990	3	57,0	1,76	1,81	-0,05	0,00295	-0,000161	0,0000087
1991	4	38,0	1,58	1,81	-0,23	0,05311	-0,012238	0,0028203
1992	5	37,0	1,57	1,81	-0,24	0,05858	-0,014178	0,0034315
1993	6	185,0	2,27	1,81	0,46	0,20879	0,095406	0,0435947

Lanjutan Tabel 2.16 Perhitungan distribusi Log Pearson III

Tahun	n	Hujan (Xi)	Log(X)	Log(Xrt)	(LogX - LogXrt)	(LogX - LogXrt) ²	(LogX - LogXrt) ³	(LogX - LogXrt) ⁴
1994	7	79,0	1,90	1,81	0,09	0,00764	0,000668	0,0000583
1995	8	34,0	1,53	1,81	-0,28	0,07770	-0,021660	0,0060378
1996	9	63,0	1,80	1,81	-0,01	0,00012	-0,000001	0,0000000
1997	10	50,0	1,70	1,81	-0,11	0,01238	-0,001377	0,0001532
Total		734,0	17,96	1,81	-0,14	0,53733	0,081644	0,0679678
X Rerata		64,60	1,75					

Hujan Maksimum Rerata ($\log \bar{x}$) = 1,75

$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (\log p_i - \log \bar{p})^3$$

$$= \frac{10}{(10-1)(10-2)} - 0,081644 = 0,0113394$$

$$\text{Standar deviasi (S)} = \frac{\sum_{i=1}^n (\log p_i - \log \bar{p})^2}{n-1} = \frac{0,53733}{9} = 0,24$$

$$\text{Koefisien Variasi (Cv)} = \frac{s}{\log \bar{p}} = \frac{0,24}{1,75} = 0,14$$

$$\text{Koefisien Kemencengan (Cs)} = \frac{a}{s^3} = \frac{0,0113394}{0,24^3} = 0,78$$

$$\text{Koefisien Keruncingan (Ck)} = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \sum_{i=1}^n (\log p_i - \log \bar{p})^4$$

$$= \frac{10^2}{(10-1)(10-2)(10-3)0,08^4} 0,0679678$$

$$= 3,78$$

Estimasi periode kala ulang

$$\text{Hujan Maksimum Rerata } (\log \bar{x}) = 1,75$$

$$\text{Standar Deviasi (S)} = 0,24$$

$$\text{Koefisien Kemencengan (Cs)} = 0,78$$

Nilai karakteristik distribusi Log Pearson Tipe III (k) ditentukan melalui interpolasi

Tabel 2.16 Nilai k untuk distribusi Log Pearson III

Cs	Periode Ulang					
	2	5	10	25	50	100
	Persentase Peluang Terlampaui					
	50	20	10	4	2	1
0	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326
0,1	0,017	0,846	1,270	1,716	2,000	2,252
0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104
0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,843	2,029

Lanjutan Tabel 2.17 Nilai k untuk distribusi Log Pearson III

Cs	Periode Ulang					
	2	5	10	25	50	100
	Persentase Peluang Terlampaui					
	50	20	10	4	2	1
0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955
0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
0,7	0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824
0,8	0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891

Nilai koefisien kemencengan diketahui sebesar 0,78, yaitu di antara nilai 0,7 dan 0,8, maka dilakukan interpolasi

Tabel 2.17 Interpolasi nilai k

Cs	Tabel Periode ulang		
	2	5	10
0,8	-0,132	0,780	1,336
0,777	-0,128	0,782	1,335
0,7	-0,116	0,790	1,333

Tabel 2.18 Periode ulang

Periode Ulang (Tahun)	Probability	k	Y = log X	X (hujan maks periode ulang)
2	0,5	-0,128	1,72224	52,75173
5	0,2	0,782	1,94474	88,05304
10	0,1	1,335	2,07988	120,19270

2. Perhitungan intensitas hujan menggunakan metode mononobe

Tabel 2.19 Intensitas hujan

t	2 tahun	5 tahun	10 tahun
	52,75	88,05	120,19
1	18,29	30,53	41,67
2	11,52	19,23	26,25
3	8,79	14,68	20,03
4	7,26	12,11	16,54

3. Debit rencana metode rasional

Tabel 2.20 Debit rencana

Periode ulang (tahun)	t	i (intensitas hujan)	c	A (km ²)	Q (m ³ /det)
2	1	18,29	0,8	0,00180	0,00733
	2	11,52	0,8	0,00180	0,00462
	3	8,79	0,8	0,00180	0,00352
	4	7,26	0,8	0,00180	0,00291
5	1	30,53	0,8	0,00180	0,01223
	2	19,23	0,8	0,00180	0,00771
	3	14,68	0,8	0,00180	0,00588
	4	12,11	0,8	0,00180	0,00486
10	1	41,67	0,8	0,00180	0,01670
	2	26,25	0,8	0,00180	0,01052
	3	20,03	0,8	0,00180	0,00803
	4	16,54	0,8	0,00180	0,00663

Luas atap = 1803,48 m²

4. Perhitungan sumur resapan

Tabel 2.21 Volume andil banjir

c	0,8	
A tadah	1803,48	m ²
I	30,526	mm/jam
R	88,05304	l/m ² /hari
Vab	108,620	m ³

Tabel 2.22 Volume air hujan yang meresap

A dinding sumur	21,9911	m ²
A alas sumur	0,7854	m ²
A total	22,7765	m ²
K	0,6	m/hari
te	0,923	
Vrsp	0,002815	m ³
V Storasi	108,61768	m ³

Tabel 2.23 Penentuan jumlah sumur resapan

D sumur	1	m		
H sumur	7	m		
A dinding sumur	21,991	m ²		
A alas sumur	0,785	m ²		
H total	138	m		
Untuk H rencana 3m. Diperlukan	19,7566	dibulatkan menjadi	20	buah

Untuk H rencana = 3 m, diperlukan 20 sumur resapan

5. Perencanaan pipa air hujan

a. Pipa tegak

Curah Hujan (Mononobe)	=	41,67
Luas Atap tipikal dengan genteng	=	416,16
Diameter Pipa	=	4"
Luas Atap genteng bagian tengah	=	138,84
Luas 1/2 Atap	=	69,42
Diameter Pipa	=	2"

b. Pipa horizontal

Curah Hujan (Mononobe)	=	41,67
Luas Atap	=	1803,48
Luas 1/3 Atap seluruh (kanan, kiri, belakang)	=	601,16
Kemiringan Pipa	=	1%
Diameter Pipa	=	5"

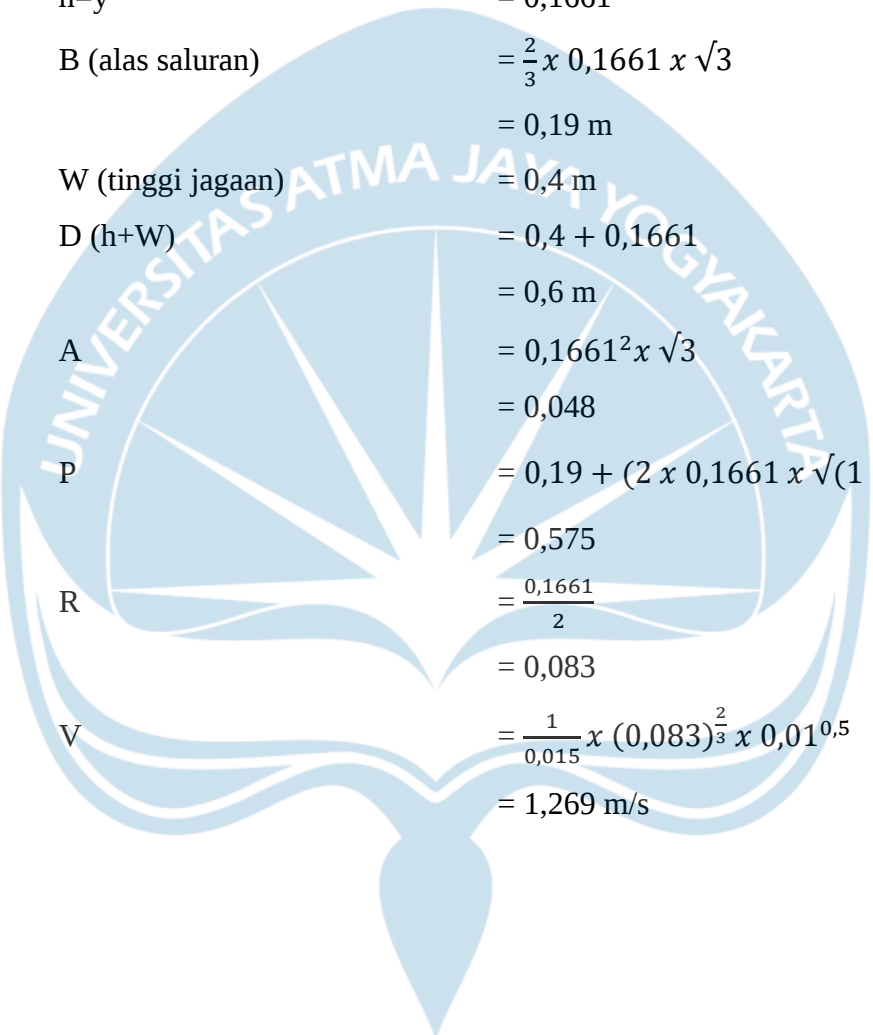
c. Talang Air

Curah Hujan (Mononobe)	=	41,67
Luas Atap tipikal dengan genteng	=	416,16
Kemiringan Atap	=	1%
Diameter Pipa	=	8"

6. Perencanaan saluran drainase

Tabel 2.24 Debit rencana

Periode ulang (tahun)	t	i (intensitas hujan)	c	A (km ²)	Q (m ³ /det)
2	1	18,29	0,8	0,006547	0,02661
	2	11,52	0,8	0,006547	0,01676
	3	8,79	0,8	0,006547	0,01279
	4	7,26	0,8	0,006547	0,01056
5	1	30,53	0,8	0,006547	0,04441
	2	19,23	0,8	0,006547	0,02798
	3	14,68	0,8	0,006547	0,02135
	4	12,11	0,8	0,006547	0,01762
10	1	41,67	0,8	0,006547	0,06062
	2	26,25	0,8	0,006547	0,03819
	3	20,03	0,8	0,006547	0,02914
	4	16,54	0,8	0,006547	0,02406



Luas Kawasan disekitar gedung = 6546,52 m²
 Q = 0,0606 m³
 n = 0,015
 S = 1%
 = 0,01
 h=y = 0,1661
 B (alas saluran) = $\frac{2}{3} \times 0,1661 \times \sqrt{3}$
 = 0,19 m
 W (tinggi jagaan) = 0,4 m
 D (h+W) = 0,4 + 0,1661
 = 0,6 m
 A = $0,1661^2 \times \sqrt{3}$
 = 0,048
 P = $0,19 + (2 \times 0,1661 \times \sqrt{1 + (\frac{1}{\sqrt{3^2}})})$
 = 0,575
 R = $\frac{0,1661}{2}$
 = 0,083
 V = $\frac{1}{0,015} \times (0,083)^{\frac{2}{3}} \times 0,01^{0,5}$
 = 1,269 m/s