

BAB II

Perancangan Drainase dan Pemipaan

2.1 Tinjauan Umum

2.1.1 Latar Belakang

Rumah Lansia merupakan bangunan yang akan dibangun di jalan Tentara Pelajar, desa Gedanganak, Kecamatan Urangan, Kabupaten Semarang. Pembangunan Rumah Lansia ini mengakibatkan lahan kosong sebesar 1025,327 m² berkurang yang menyebabkan penyerapan air secara alami kedalam tanah semakin berkurang. Hal ini disebabkan karena permukaan tanah ditutupi oleh beton. Jika air tidak diserap oleh tanah atau tidak dialirkan ke tempat yang telah ditentukan, maka dapat menimbulkan genangan air diatas permukaan tanah, menyebabkan ketidakstabilan kontur tanah dibawah tanah, serta menyebabkan banjir yang dapat merugikan penghuni rumah lansia dan masyarakat setempat. Oleh karena itu, perlu adanya perancangan pembangunan saluran pembuangan air (drainase) pada pembangunan Rumah Lansia.

Saluran drainase merupakan sebuah bangunan pelengkap pada bangunan atau ruas jalan sebagai persyaratan teknis prasarana bangunan dan jalan. Pada bangunan, saluran drainase berfungsi untuk mengalirkan kelebihan air pada tempat atau area yang telah ditentukan. Sementara itu, saluran drainase pada jalan raya merupakan saluran terbuka menggunakan gaya gravitasi dan mengikuti kontur jalan untuk mengalirkan air menuju tempat yang telah ditentukan. Perencanaan pembangunan saluran drainase pada Rumah Lansia harus memperhatikan struktur bangunan dan penggunaan lahan tangkapan air saluran drainase sehingga kelebihan air dapat dialirkan ke tempat yang telah ditentukan. Salah satu sistem yang dapat diterapkan pada perencanaan pembangunan saluran drainase Rumah Lansia ini yaitu sistem pemipaan.

Sistem pemipaan merupakan sistem yang bertujuan untuk mengelolah pembuangan air hujan, air bersih, dan air kotor ke tempat pembuangan air (drainase) tertentu agar tidak terjadi pencemaran area sekitar gedung dan menjaga kestabilan air dibawah tanah pada sekitar area bangunan tersebut. Dalam merancang kebutuhan air bersih suatu bangunan, banyak hal-hal yang harus diperhatikan oleh perancang. Adapun hal-hal yang harus diperhatikan, yaitu :

1. Jumlah penghuni
2. Jenis dan jumlah alat plambing
3. Unit beban alat plambing (UBAP)

Dalam perencanaannya tentunya harus memiliki sebuah dasar yang menjadi rencana. Rencana dasar meliputi hal-hal berikut :

1. Perhitungan kebutuhan air minum berdasarkan kira-kira total hunian.
2. Penentuan jaringan utama, jalur pipa, dan diagram sistem plambing.
3. Penentuan ukuran dan perkiraan berat tangki air atas maupun bawah.

2.1.2 Tujuan dan Maksud

Maksud dari perancangan drainase dan pemipaan adalah untuk mengetahui kebutuhan air bersih yang diperlukan mencakup diameter pipa, ukuran reservoir, serta kebutuhan pompa air dan mengantisipasi dampak yang akan ditimbulkan oleh air hujan yang berlebihan di kawasan sekitar, dalam hal ini rencana pembangunan Rumah Lansia di jalan Tentara Pelajar, desa Gedanganak, Kecamatan Urangan, Kabupaten Semarang.

Tujuan dari Perancangan Drainase dan Pemipaan adalah untuk:

- a) Mengurangi kelebihan air dari hujan di kawasan sekitar Rumah Lansia.
- b) Menghilangkan genangan-genangan air yang dapat mengganggu kenyamanan dan aktifitas pengunjung di Rumah Lansia.
- c) Memenuhi kebutuhan air bersih bagi penghuni Rumah Lansia.

2.1.3 Manfaat

Manfaat dari penulisan Tugas Akhir ini adalah agar mahasiswa dapat menganalisis, mengelola data, dan dampak yang akan diberikan menurut fungsi perancangan pemipaan dan drainase yang ada di area sekitar Rumah Lansia berdasarkan peraturan yang ada.

2.1.4 Batasan Masalah

- a) Penyediaan air bersih hanya untuk tipe air dingin.
- b) Lantai *basement* tidak diperhitungkan dalam merencanakan *plumbing*.
- c) Untuk perhitungan intensitas hujan, data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan dari tahun 1985-1994.

2.2 Tinjauan Pustaka

2.2.1 Analisis Kebutuhan Air Berdasarkan Luas Gedung

Analisis kebutuhan air berdasarkan luas gedung digunakan apabila jumlah penghuni bangunan tidak diketahui dan merupakan hal yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti minum, memasak, mandi, mencuci, toilet, serta kebutuhan darurat bangunan. Karena itu, penyediaan air bersih menjadi kebutuhan pokok untuk memenuhi kebutuhan operasional Gedung.

Adapun langkah-langkah menghitung analisis kebutuhan air berdasarkan luas gedung sebagai berikut:

a) Menghitung luas gedung seluruhnya.

b) Menghitung luas gedung efektif.

Perbandingan luas efektif bangunan (%) x luas total.

Perbandingan luas efektif bangunan (%) dapat dilihat pada Tabel 2.1

c) Menghitung kepadatan penghuni

$$\text{Kepadatan penghuni} = \frac{\text{Luas gedung efektif}}{(5m^2 - 10m^2)/\text{orang}}$$

d) Menghitung pemakaian air rata-rata sehari (Qd)

$$Qd = \text{Hunian} \times \text{Pemakaian air sehari-hari}$$

Pemakaian air rata-rata sehari (liter) hunian dapat dilihat pada Tabel 2.1

e) Menghitung pemakaian air rata-rata efektif (Qh)

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

Ket: T = jangka waktu pemakaian air rata-rata sehari hunian (jam) (dapat dilihat pada Tabel 2.1)

f) Menghitung pemakaian air puncak

$$Qh \text{ max} = C1 \times Qh$$

$$Qm \text{ max} = C2 \times Qh$$

C1 = Konstanta (berkisar antara 1,5 - 2,0)

C2 = konstanta (berkisar antara 3,0 - 4,0)

Tabel 2. 1 Pemakaian air rata-rata orang per hari Berdasarkan Jenis Bangunan

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 120 liter
4	Asrama	120	8		Bujangan
5	Rumah Sakit	Mewah > 1000 Menengah 500-1000 Umum 350-500	8	45-48	(setiap tempat tidur pasien) Pasien luar : 8 liter Staf/pegawai : 120 liter Keluarga pasien : 120 liter
6	Sekolah Dasar	80	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	Toserba (toko serba ada, department store)	3	8	55-60	Pemakaian air hanya untuk kakus, belum termasuk untuk bagian restorannya.
12	Pabrik/industri	Buruh pria : 60 Wanita : 100	7		Per orang, setiap giliran (kalau kerja lebih dari 8 jam sehari)
13	Stasiun/Terminal	3	8		Setiap penumpang (yang tiba maupun berangkat)
14	Restoran	30	15		Untuk penghuni : 160 liter Untuk penghuni : 160 liter; pelayan : 100 liter; 70 % dari jumlah tamu perlu 15 liter/orang untuk kakus, cuci tangan dsbb.
15	Restoran umum	15	5		Kalau digunakan siang dan malam, pemakaian air dihitung per penonton. Jam pemakaian air dalam tabel adalah untuk satu kali pertunjukan
16	Gedung pertunjukan	30	7	53-55	-- idem --
17	Gedung Bioskop	10	5		
18	Toko pengecer	40	3		Pedagang besar: 30 liter/tamu. 15 liter/staf atau 5 liter per hari setiap m ² laus lantai.
19	Hotel/penginapan	250-300	6		Untuk setiap tamu, untuk staf 120-150 liter; penginapan 200 liter.
20	Gedung perbadatan	10	10		Didasarkan jumlah jemaah per hari
21	Perpustakaan	25	2		Untuk setiap pembaca yang tinggal
22	Bar	30	6		Setiap tamu
23	Perkumpulan Sosial	30	6		Setiap tamu
24	Kelab Malam	120-350			Setiap tempat duduk
25	Gedung Perkumpulan	150-200			Setiap tamu
26	Laboratorium	100-200	8		Setiap tamu

Sumber: Noerbambang, S. & Morimura, T. (2000)

2.2.2 Analisis Kebutuhan Air Berdasarkan Jenis dan Jumlah Alat Plumbing

Analisis kebutuhan air berdasarkan jenis dan jumlah alat plumbing digunakan apabila kondisi pemakaian air diketahui dan juga jumlah dari setiap jenis alat plumbing yang digunakan gedung tersebut diketahui. Metode ini juga memperkirakan adanya faktor pemakaian serentak daripada alat-alat plumbing yang dipakai secara bersamaan.

Adapun langkah-langkah menghitung analisis kebutuhan air berdasarkan jenis dan jumlah alat plumbing:

- Menentukan jenis alat *plumbing* yang digunakan.
- Menentukan jumlah alat *plumbing*.
- Menghitung pemakaian air sekali penggunaan (Lt) (dapat dilihat pada Tabel

2.2).

d) Menentukan penggunaan / jam (dapat dilihat pada Tabel 2.2).

e) Menghitung debit aliran (Lt / Jam)

Debit aliran = Jum. Alat plumbing x Pemakaian air x lama mpenggunaan

f) Menghitung faktor pemakaian (%) (dapat dilihat pada Tabel 2.3).

g) Menghitung Qefektif (Lv/Jam).

Qefektif = Debit aliran x faktor pemakaian

Qh total = Jumlah Qefektif

Tabel 2. 2 Pemakaian air tiap alat plumbing, laju aliran air, dan ukuran pipa cabang pipa air

No.	Nama alat plumbing	Pemakaian air untuk penggunaan satu kali (liter)	Penggunaan per jam	Laju aliran (liter/min)	Waktu untuk pengisian (detik)	Pipa sambungan alat plumbing (mm)	Pipa cabang air bersih ke alat plumbing (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	Koset (dengan tangki 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(@ 4,5)	12	1,8-3,6	300	13	20	13
5	Peterusan, 5-7 orang (dengan tangki gelontor)	22,5 – 3,15(@ 4,5)	12	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	10	6-12	15	40	13	20	13
8	Bak cuci dapur (sink) dengan keran 13 mm	15	6-12	15	60	13	20	13
9	Bak cuci dapur (sink) dengan keran 13 mm	25	6-12	25	60	20	20	20
10	Bak mandi rendam (bath tub)	125	3	30	250	20	20	20
11	Pancuran mandi	24-60	3	12	120-300	13-20	20	13-20
12	Bak mandi gaya jepang	Tergantung ukurannya.		30		20	20	20

Sumber: Noerbambang, S. & Morimura, T. (2000)

Tabel 2. 3 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	50	40	30	27	23	19	17	15	12	10
Alat plumbing biasa	1	100	75	55	48	45	42	40	39	38	35	33
		satu	3	5	6	7	10	13	16	19	25	33

Noerbambang, S. & Morimura, T. (2000)

Dimana : Yn = Faktor pemakaian (%)

Y₁ = Jenis alat plumbing pada jumlah 1

Y₂ = Jenis alat plumbing pada jumlah 2

X₁ = Jumlah alat plumbing 1

X₂ = Jumlah alat plumbing 2

Xn = Jumlah alat plumbing yang akan dicari

2.2.3 Analisis Kebutuhan Reservoir Bawah

Reservoir bawah atau *ground reservoir* adalah reservoir yang sebagian besar atau seluruh reservoir tersebut terletak di bawah permukaan tanah. Adapun langkah-langkah menghitung analisis kebutuhan reservoir bawah:

- a) Menghitung besarnya kapasitas pipa dinas (Q_s)

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

Dengan:

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

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

- b) Menghitung besarnya volume *ground reservoir*

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

Dengan:

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) Menentukan dimensi *ground reservoir*

Panjang (m)

Lebar/diameter (m)

Tinggi efektif (m)

Tinggi *free board* (m)

Tinggi total (m)

2.2.4 Kebutuhan Reservoir Atas

Analisis kebutuhan reservoir atas digunakan untuk mendapatkan volume efektif dan menentukan dimensi *roof tank* dengan menggunakan metode perhitungan reservoir berdasarkan rumus sebagai berikut:

- a) Menghitung besarnya volume *roof tank*

$$V_E = \{(Q_P - Q_{h-\max})T_P - (Q_{pu} T_{pu})\}$$

Dengan:

V_E = Volume efektif *roof tank* (m^3)

Q = Kebutuhan puncak ($m^3/menit$)

$Q_{h-\max}$ = Kebutuhan jam puncak ($m^3/menit$)

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

T_p = Jangka waktu kebutuhan puncak (menit)

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

b) Menentukan dimensi *roof tank*

Untuk menentukan dimensi reservoir adalah dengan menentukan tinggi efektif terlebih dahulu kemudian menentukan panjang dan lebar dengan rumus volume persegi, di karenakan reservoir yang digunakan berbentuk persegi.

$$V = P \times L \times T$$

V = Volume

P = Panjang (m)

L = Lebar (m)

T = Tinggi (m)

Tinggi *free board* = 10% x Tinggi efektif

Untuk Menentukan tinggi total = Tinggi efektif + Tinggi *free board* [1]

2.2.5 Analisis Penentuan Ukuran Pipa Air Bersih

Tabel 2. 4 Unit beban alat plambing sistem penyediaan air dan ukuran minimum pipa cabang

Perlengkapan atau peralatan ²⁾	Ukuran pipa cabang minimum ^{1,4)} (inci)	Pribadi (UBAP)	Umum (UBAP)	Tempat berkumpul ⁶⁾ (UBAP)
Bak rendam atau kombinasi bak dan shower	½	4,0	4,0	-
Bak rendam dengan katup ¾ inci	¾	10,0	10,0	-
Bidet	½	1,0	-	-
Pencuci pakaian	½	4,0	4,0	-
Unit dental	½	-	1,0	-
Pencuci piring, rumah tangga	½	1,5	1,5	-
Pancuran air minum, air pendingin	½	0,5	0,5	0,75
Hose Bibb ⁵⁾	½	2,5	2,5	-
Hose Bibb, tiap pertambahan	½	1,0	1,0	-
Lavatory	½	1,0	1,0	1,0
Sprinkler halaman ⁵⁾	-	1,0	1,0	-
Sink/Bak				
• Bar	½	1,0	2,0	-
• Kran klinik	¾	-	3,0	-
• Katup gelontor klinik dengan atau tanpa kran	1	-	8,0	-
• Dapur, rumah tangga dengan atau tanpa pencuci piring	½	1,5	1,5	-
• Laundry	½	1,5	1,5	-
• Bak pel	½	1,5	3,0	-
• Cuci muka, tiap set kran	½	-	2,0	-
Shower	½	2,0	2,0	-
Urinal, katup gelontor 3,8LPF (Liter per flush)	¾	Lihat catatan ⁷⁾	-	-
Urinal, tangki pembilas	½	2,0	2,0	3,0
Pancuran cuci, spray sirkular	¾	-	4,0	-
Kloset, tangki gravitasi 6LPF (Liter per flush)	½	2,5	2,5	3,5
Kloset, tangki meter air 6LPF (Liter per flush)	½	2,5	2,5	3,5
Kloset, katup meter air 6LPF (Liter per flush)	1	Lihat catatan ⁷⁾	-	-
Kloset, tangki gravitasi > 6LPF (Liter per flush)	½	3,0	5,5	7,0
Kloset, Flushometer > 6LPF (Liter per flush)	1	Lihat catatan ⁷⁾	-	-

Sumber: UPC 2012 - IAPMO Tabel 610.3

Tabel 2.5 UBAP/*fixture* unit untuk menentukan ukuran pipa air dan meter air

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
UBAP untuk Rentang Tekanan 21 sampai 31,50 mka															
¼	½	6	5	4	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0
¾	¾	16	16	14	12	9	6	5	5	4	4	3	2	2	1
1	1	29	25	23	21	17	15	13	12	10	8	6	6	6	6
1	1	36	31	27	25	20	17	15	13	12	10	8	6	6	6
¾	1¼	36	33	31	28	24	23	21	19	17	16	13	12	12	11
1	1¼	54	47	42	38	32	28	25	23	19	17	14	12	12	11
1½	1¼	78	68	57	48	38	32	28	25	21	18	15	12	12	11
1	1½	85	84	79	65	56	48	43	38	32	28	26	22	21	20
1½	1½	150	124	105	91	70	57	49	45	36	31	26	23	21	20
2	1½	151	129	129	110	80	64	53	46	38	32	27	23	21	20
1	2	85	85	85	85	85	85	82	80	66	61	57	52	49	46
1½	2	220	205	190	176	155	136	127	120	104	85	70	61	57	54
2	2	370	327	292	265	217	185	164	147	124	96	70	61	57	54
2	2½	445	418	390	370	330	300	280	265	240	220	198	175	158	143
UBAP Rentang Tekanan 32,20 sampai 42 mka															
¼	½	7	7	6	5	4	3	2	2	1	1	1	0	0	0
¾	¾	20	20	19	17	14	11	9	8	6	5	4	3	3	3
1	1	39	39	36	33	28	23	21	19	17	14	12	10	9	8
1	1	39	39	39	36	30	25	23	20	18	15	12	10	9	8
¾	1¼	39	39	39	39	39	39	34	32	27	25	22	19	19	17
1	1¼	78	78	76	67	52	44	39	36	30	27	24	20	19	17
1½	1¼	78	78	78	78	66	52	44	39	33	29	24	20	19	17
1	1½	85	85	85	85	85	85	80	67	55	49	41	37	34	32
1½	1½	151	151	151	151	128	105	90	78	62	52	42	38	35	32
2	1½	151	151	151	151	150	117	98	84	67	55	42	38	35	32
1	2	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	80
1½	2	370	370	340	318	272	240	220	198	170	150	135	123	110	102
2	2	370	370	370	370	368	318	280	250	205	165	142	123	110	102
2	2½	640	610	610	580	535	500	470	440	400	365	335	315	285	267
UBAP Rentang Tekanan di atas 42 mka															
¼	½	7	7	7	6	5	4	3	3	2	1	1	1	1	0
¾	¾	20	20	20	20	17	13	11	10	8	7	6	6	5	4
1	1	39	39	39	39	35	30	27	24	21	17	14	13	12	11
1	1	39	39	39	39	38	32	29	26	22	18	14	13	12	11
¾	1¼	39	39	39	39	39	39	39	39	34	28	26	25	23	22
1	1¼	78	78	78	78	74	62	53	47	39	31	26	25	23	22
1½	1¼	78	78	78	78	78	74	65	54	43	34	26	25	23	22
1	1½	85	85	85	85	85	85	85	85	81	64	51	48	46	43
1½	1½	151	151	151	151	151	130	113	88	73	51	51	46	43	40
2	1½	151	151	151	151	151	142	122	98	82	64	51	46	43	40
1	2	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
1½	2	370	370	370	370	360	335	305	282	244	212	187	172	153	141
2	2	370	370	370	370	370	370	340	288	245	204	172	153	141	129
2	2½	654	654	654	654	654	650	610	570	510	460	430	404	380	356

Sumber: UPC 2012 - IAPMO Tabel 610.4

2.2.6 Kebutuhan Daya Pompa (P)

Daya pompa adalah tenaga yang dibutuhkan untuk mengalirkan air. Untuk menghitung daya pompa perlu mengetahui *headstatis* dan juga *headloss* dari pipa. Berikut adalah perhitungan untuk mendapatkan daya pompa *Ground water tank* menuju *rooftank*: [2]

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

Di mana:

- P = Daya pompa (watt)
 p = Massa jenis air (998,23 kg/m³ untuk suhu 20⁰C)
 g = Percepatan gravitasi (9,81 m/s²)
 Q = Kapasitas pompa (m³/detik)
 H = Head total (m)

Berikut persamaan bernouli (besar head total H):

$$H = H_a + H_{fsd} + v^2/2g$$

Di mana:

- H = tinggi angkat total (m)
 H_s = tinggi hisap (m) mayor
 H_d = tinggi tekan (m) minor
 H_a = tinggi potensial (m) H_s + H_d
 H_{fsd} = kerugian gesek dalam pipa hisap dan pipa tekan (m)
 v²/2g = tekanan kecepatan pada lubang keluar pipa (m)

2.2.7 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi (mm) di atas permukaan horizontal bilatidak terjadi evaporasi, runoff, dan infiltrasi. Besarnya curah hujan ini tercatat pada stasiun hujan di masing – masing wilayah.

Untuk menentukan jenis distribusi yang akan dipakai untuk mencari kala ulangserta debit maksimum dilakukan suatu analisis frekuensi.

- a) Curah hujan rata-rata

Nilai rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum \bar{X}_i}{n}$$

Di mana:

\bar{X} = nilai rata-rata curah hujan

X_i = nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke 1

n = jumlah data hujan

- b) Standar deviasi

Apabila penyebaran data sangat besar terhadap nilai rata-rata, maka nilai standar deviasi (Sd) akan besar, akan tetapi apabila penyebaran data sangat kecil terhadap nilai rata-rata, maka Sd akan kecil. Standar deviasi dapat dihitung

dengan rumus:

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \{X_i - \bar{X}\}^2}{n - 1}}$$

Di mana:

S_d = Standar Deviasi curah hujan

\bar{X} = nilai rata-rata hujan

X_i = nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke 1

n = jumlah data hujan

c) Koefisien variasi

Koefisien variasi (*coefficient of variation*) adalah nilai perbandingan antara standardeviasi dengan nilai rata-rata dari suatu sebaran.

$$Cv = \frac{S_d}{\bar{X}}$$

Di mana:

Cv = Koefisien Variasi Curah hujan

S_d = Standar Deviasi curah hujan

\bar{X} = nilai rata-rata hujan

d) Koefisien *skewness*/kemencengan

Koefisien kemencengan (*coefficient of skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidak simetrisan (*assymetry*) dari suatu bentuk distribusi. Besarnya koefisien kemencengan (*coefficient of skewness*) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut ini:

$$Cs = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n \{X_i - \bar{X}\}^3}{(n - 1)(n - 2)Sd^3}$$

Di mana:

Cs = Koefisien kemencengan curah hujan

n = jumlah data hujan

\bar{X} = nilai rata-rata hujan

X_i = nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke 1

S_d = Standar Deviasi curah hujan

e) Koefisien Kurtosis

Koefisien kurtosis adalah suatu nilai yang menunjukkan keruncingan dari

bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal. Koefisien kurtosis digunakan untuk menentukan keruncingan kurva distribusi, dan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \{X_i - \bar{X}\}^4}{S_d^4}$$

Di mana:

Ck = Koefisien kurtosis curah hujan

n = jumlah data hujan

\bar{X} = nilai rata-rata hujan

X_i = nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke 1

S_d = Standar Deviasi curah hujan

Setelah menghitung standar deviasi, koefisien variasi, koefisien kemencengan, koefisien kurtosis, selanjutnya memilih jenis distribusi yang memenuhi syarat.

Macam- macam jenis distribusi dapat dilihat pada Tabel 2.6

Tabel 2. 6 Jenis distribusi beserta syaratnya

No	Jenis Ditribusi	Syarat
1	Gumbel Tipe 1	$Cs \leq 1.1396$
		$Ck \leq 5.4002$
2	Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3Cv$
		$Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2$
3	Normal	$Cs \approx 0$
		$Ck \approx 3$
		$(x \pm s) = 68.27\%$
		$(x \pm 2s) = 95.44\%$
4	Log-Person Tipe III	Jika tidak memenuhi semua syarat diatas

2.2.8 Analisis Distribusi Curah Hujan dan Periode Ulang

Periode ulang adalah waktu perkiraan dimana hujan dengan suatu besaran tertentu disamai atau dilampaui. Besarnya debit hujan untuk fasilitas drainase tergantung pada interval kejadian atau periode ulang yang dipakai.

Analisis distribusi curah hujan dari data hujan yang tersedia dapat dilakukan

dengan beberapa metode antara lain Normal, log normal, log Pearson III dan Gumbel. Berikut ini adalah beberapa macam distribusi yang digunakan dalam penelitian ini untuk menganalisis probabilitas debit rencana, yaitu:

a) Distribusi Normal

Sebaran normal atau kurva normal disebut pula sebaran *Gauss*. Rumus yang digunakan dalam perhitungan adalah:

$$X_T = \underline{x} + K_T S$$

Dengan:

X_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T (mm/hari)

\bar{x} = Nilai rata-rata hitung varian (mm/hari)

S = Deviasi standar nilai varian

K_T = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

Nilai faktor frekuensi dapat dilihat pada tabel Reduksi Gauss

b) Metode Distribusi Log Normal

Distribusi log normal merupakan hasil transformasi dari distribusi normal, yaitu dengan mengubah varian Y menjadi nilai logaritmik varian Y. Rumus yang digunakan dalam perhitungan metode ini adalah sebagai berikut:

$$Y_T = \underline{Y} + K_T S$$

Dengan:

Y_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T (mm/hari)

\bar{Y} = Nilai rata-rata hitung varian (mm/hari)

S = Deviasi standar nilai varian

K_T = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

Nilai faktor frekuensi dapat dilihat pada tabel Reduksi Gauss

c) Distribusi *Gumbel* Tipe-I

Distribusi Gumbel Tipe - I digunakan untuk analisis data maksimum, misal untuk analisis frekuensi banjir.

$$X = \underline{x} + K \cdot s$$

K = faktor probabilitas, untuk harga-harga ekstrim dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$K = \frac{Y_{TR} - Y_n}{S_n}$$

Dengan:

Y_n = *reduced mean* yang tergantung pada jumlah sampel atau data n

S_n = *reduced standard deviation* yang juga tergantung pada jumlah sampel

Y_{TR} = *reduced variate* yang dihitung dengan persamaan:

$$Y_{TR} = -\ln\left[-\ln\frac{Tr - 1}{Tr}\right]$$

Tr = PUH untuk curah hujan tahunan rata-rata

d) Distribusi Log Perarson Tipe-III

Distribusi Log Pearson Tipe III digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. Bentuk sebaran Log Pearson tipe III merupakan hasil transformasi dari sebaran Pearson tipe III dengan menggantikan varian menjadi nilai logaritmik. Langkah- langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

- 1) Ubah data dalam bentuk logaritmik: $Y = \log X$
- 2) Hitung harga rata-rata:

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^n \log \log \bar{X}_i}{n}$$

- 3) Hitung harga simpangan baku:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{X}_i - Y)^2}{n - 1}}$$

- 4) Hitung koefisien kemencengan

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{X}_i - Y)^3}{(n - 1)(n - 2)S^3}$$

- 5) Hitung logaritma hujan dengan periode ulang T menggunakan persamaan:

$$Y_T = \underline{Y} + KS$$

K = variabel standar untuk X yang besarnya tergantung G (Tabel 2.7)

6) Hitung curah hujan dengan menghitung antilog Y

Tabel 2. 7 Nilai K untuk distribusi Log-Pearson III

Koef. G	Periode Ulang (Tahun)							
	1.0101	1.25	2	5	10	25	50	100
	Presentase Peluang Terlampaui							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3.0	-0.667	-0.636	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051
2.8	-0.714	-0.666	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973
2.6	-0.769	-0.696	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	2.889
2.4	-0.832	-0.725	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800
2.2	-0.905	-0.752	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705
2.0	-0.990	-0.777	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.192	3.605
1.8	-1.087	-0.799	-0.282	0.643	1.318	2.193	1.848	3.499
1.6	-1.197	-0.817	-0.254	0.675	1.329	2.163	1.780	3.388
1.4	-1.318	-0.832	-0.225	0.705	1.337	2.128	1.706	3.271
1.2	-1.449	-0.844	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149
1.0	-1.588	-0.852	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022
0.8	-1.733	-0.856	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891
0.6	-1.880	-0.857	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755
0.4	-2.029	-0.855	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615
0.2	-2.178	-0.850	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472
0.0	-2.326	-0.842	0.000	0.842	1.282	1.751	2.051	2.326
-0.2	-2.472	-0.830	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178
-0.4	-2.615	-0.816	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029
-0.6	-2.755	-0.800	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880
-0.8	-2.891	-0.780	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733
-1.0	-3.022	-0.758	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588
-1.2	-2.149	-0.732	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449
-1.4	-2.271	-0.705	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318
-1.6	-2.388	-0.675	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197
-1.8	-3.499	-0.643	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087

-2.0	-3.605	-0.609	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990
-2.2	-3.705	-0.574	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905
-2.4	-3.800	-0.537	0.351	0.725	0.795	0.823	0.830	0.832
-2.6	-3.889	-0.490	0.368	0.696	0.747	0.764	0.768	0.769
-2.8	-3.973	-0.469	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714
-3.0	-7.051	-0.420	0.394	0.636	0.660	0.666	0.666	0.667

2.2.9 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu di mana air tersebut berkonsentrasi. Analisis intensitas curah hujan ini dapat diproses dari data curah hujan yang telah terjadi pada masa lampau. Jika data curah hujanyang ada hanya curah hujan harian maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus Monobe:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{tc} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Dengan:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

tc = Lamanya curah hujan (jam)

R₂₄ = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

2.2.10 Debit Rancangan dengan Metode Rasional

Besarnya debit rancangan dapat dihitung dengan menggunakan metode rasional menggunakan rumus sebagai berikut:

Di mana:

Q = debit (m³/detik)

C = Koefisien limpasan air hujan (Tabel 2.8)

I = Intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (km²)

Tabel 2. 8 Koefisien limpasan air hujan

Koefisien Limpasan untuk Metoda Rasional
(McGuen, 1989 dalam Suripin 2003)

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

2.2.11 Analisis Pipa Horizontal dan Pipa Tegak Drainase

- a) Pipa horizontal
 - 1) Tentukan jumlah pipa
 - 2) Hitung luas Atap = A (m²)
 - 3) Tentukan Intensitas Hujan = I (mm/jam)
 - 4) Tentukan Debit Hujan = Q (lt/detik)
 - 5) Tentukan Kemiringan = 0,5% - 4%

Untuk menentukan Diameter talang, dapat dilihat pada Tabel 2.9 - Tabel 2.11

Tabel 2. 9 Penentuan diameter pipa horizontal dengan kemiringan 1%

Ukuran pipa	Debit (kemiringan 1%)	Luas bidang datar horizontal maksimum yang diperbolehkan pada berbagai nilai curah hujan (m ²)					
		25,4 mm/jam	50,8 mm/jam	76,2 mm/jam	101,6 mm/jam	127 mm/jam	162,4 mm/jam
Inci	L/dt						
3	0,06	305	153	102	76	61	51
4	2,04	699	349	233	175	140	116
5	4,68	1241	621	414	310	248	207
6	8,34	1988	994	663	497	398	331
8	13,32	4273	2137	1427	1068	855	713
10	28,68	7692	3846	2564	1923	1540	1282
12	51,6	12374	6187	4125	3094	2476	2062
15	83,04	22110	11055	7370	5528	4422	3683

Tabel 2. 10 Penentuan diameter pipa horizontal dengan kemiringan 2%

Ukuran pipa	Debit (kemiringan 2%)	Luas bidang datar horisontal maksimum yang diperbolehkan pada Berbagai nilai curah hujan (m ²)					
		25,4 mm/jam	50,8 mm/jam	76,2 mm/jam	101,6 mm/jam	127 mm/jam	162,4 mm/jam
Inci	L/dt						
3	2,88	431	216	144	108	86	72
4	6,6	985	492	328	246	197	164
5	11,76	1754	877	585	438	351	292
6	18,84	2806	1403	935	701	561	468
8	40,62	6057	3029	2019	1514	1211	1012
10	72,84	10851	5425	3618	2713	2169	1812
12	117,18	17465	8733	5816	4366	3493	2912
15	209,46	31214	15607	10405	7804	6248	5202

Tabel 2. 11 Penentuan diameter pipa horizontal dengan kemiringan 4%

Ukuran pipa	Debit (Kemiringan 4%)	Luas bidang datar horisontal maksimum yang diperbolehkan pada berbagai nilai curah hujan (m ²)					
		25,4 mm/jam	50,8 mm/jam	76,2 mm/jam	101,6 mm/jam	127 mm/jam	162,4 mm/jam
Inci	L/dt						
3	4,1	611	305	204	153	122	102
4	9,4	1397	699	465	349	280	232
5	16,7	2482	1241	827	621	494	413
6	26,7	3976	1988	1325	994	797	663
8	57,4	8547	4273	2847	2137	1709	1423
10	103,3	15384	7692	5128	3846	3080	2564
12	166,1	24749	12374	8250	6187	4942	4125
15	296,8	44220	22110	14743	11055	8844	7367

Sumber: UPC 2012 – IAPMO Tabel 1101.7

b) Pipa tegak

- 1) Tentukan jumlah pipa
- 2) Hitung luas Atap = A (m²)
- 3) Tentukan Intensitas Hujan = I (mm/jam)
- 4) Tentukan Debit Hujan = Q (lt/detik)
- 5) Untuk menentukan Diameter pipa tegak, dapat dilihat pada Tabel 2.12

Tabel 2. 12 Penentuan diameter pipa tegak

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	305 mm/j
inci	L/dt'												
2	1.8	268	134	89	67	53	45	38	33	30	27	24	22
3	5.52	818	409	272	204	164	137	117	102	91	82	74	68
4	11.52	1709	855	569	427	342	285	244	214	190	171	156	142
5	21.6	3214	1607	1071	804	643	536	459	402	357	321	292	268
6	33.78	5017	2508	1672	1254	1003	836	717	627	557	502	456	418
8	72.48	10776	5388	3592	2694	2155	1794	1539	1347	1197	1078	980	892

Sumber: UPC 2012 – IAPMO Tabel 1101.11

2.2.12 Analisis Perencanaan Sumur Resapan

Perencanaan sumur resapan bertujuan untuk mengetahui tinggi muka air tanah yang diukur langsung dari sumur, untuk mengetahui nilai permeabilitas tanah

dan juga untuk menghitung dimensi sumur resapan. dan sumur resapan dibuat untuk menampung air hujan agar dapat meresap ke dalam tanah.

a. Volume andil banjir

Untuk menghitung volume andil banjir digunakan rumus:

$$V_{ab} = 0,855 C_{tadaha} A_{tadaha} R$$

Dimana:

V_{ab} = Volume andil banjir yang akan ditampung sumur resapan (m^3)

C_{tadaha} = Koefisien limpasan dari bidang tadah (tanpa satuan)

A_{tadaha} = Luas bidang tadah (m^2)

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

b. Volume air hujan yang meresap

Untuk volume air hujan yang meresap digunakan rumus:

$$V_{rsp} = t_e/24 \cdot A_{total} \cdot K.$$

Dimana:

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

t_e = Durasi hujan efektif (jam). $= 0,9 \cdot R^{0,92}/60$ (jam)

A_{total} = Luas dinding sumur + luas alas sumur (m^2)

K = Koefisien permeabilitas tanah (mm/hari)

c. Volume penampungan (storasi)

Volume penampungan (storasi) air hujan digunakan rumus sebagai berikut:

$$V_{storasi} = V_{ab} - V_{rsp}$$

d. Jumlah sumur serapan

Penentuan jumlah sumur resapan air hujan, terlebih dahulu menghitung H_{total} sebagai berikut:

$$H_{total} = \frac{V_{ab} - V_{rsp}}{Ah}$$

Untuk jumlah sumur resapan digunakan rumus:

$$n = \frac{H_{total}}{H_{rencana}}$$

Di mana:

H_{total} = kedalaman total sumur resapan air hujan (m)

Ah = Luas alas sumur (m^2)

n = jumlah sumur resapan

$H_{rencana}$ = kedalaman yang direncanakan < kedalaman air tanah (m).

2.2.13 Analisis Perencanaan Saluran Drainase

Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar. Berikut rumus dari saluran trapesium:

$$A = (b + xy)y$$

$$P = b + 2y\sqrt{1 + x^2}$$

$$T = b + 2xy$$

$$R = \frac{(b+xy)y}{b+2y\sqrt{1+x^2}}$$

$$Dm = \frac{(b+xy)y}{b+2xy}$$

Di mana:

A = Luas penampang basah (m²)

P = Keliling basah saluran

T = Lebar permukaan saluran

R = Jari-jari hidrolis (m)

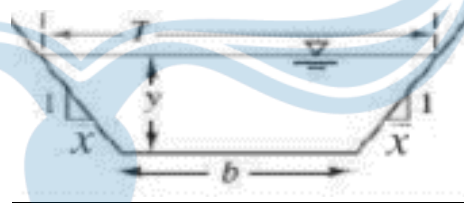
D = Kedalaman rata-rata hidrolis (m)

x = Kemiringan dinding saluran

y = Tinggi muka air (m)

b = Lebar dasar saluran

W = Tinggi jagaan (m)



Gambar 2. 1 Penampang saluran drainase

2.2.14 Menentukan Kecepatan Aliran

Untuk menentukan kecepatan aliran yang mengalir di saluran drainase digunakan rumus Manning:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Di mana:

V = Kecepatan aliran (m/detik)

R = Jari-jari Hidrolis (m)

n = Koefisien kekasaran Manning (Tabel 2.13)

$$C = \frac{R^{\frac{1}{6}}}{n}$$

S = Kemiringan dasar saluran (%)

Tabel 2.13 Koefisien kekasaran manning

No	Type of channel & description	Manning's Roughness Coefficients, n		
		Minimum	Normal	Maximum
1	Concrete			
	• Culvert, straight and free debris	0.010	0.011	0.013
	• Culvert with bends, connections, and some debris	0.011	0.013	0.014
	• Finished	0.011	0.012	0.014
2	Sewer with manholes, inlet, etc., straight	0.013	0.015	0.017
	Excavated or Dredged (Soil, straight and uniform)			
	• Clean, recently completed	0.016	0.018	0.020
	• Clean, after weathering	0.018	0.022	0.025
	• Gravel, uniform section, clean	0.022	0.025	0.030
• With short grass, few weeds	0.022	0.027	0.033	
3	Natural streams			
	• Clean, straight, full stage, no rifts or deep pools	0.025	0.030	0.033
	• Clean, winding, some pools and shoals	0.033	0.035	0.040
	• Sluggish reaches, weedy, deep pools	0.050	0.070	0.080
	• (Flood plain) pasture, no brush, short grass	0.025	0.030	0.035
• (Flood plain) scattered brush, heavy weeds	0.035	0.050	0.070	

Completed lists on book 'Open Channel Hydraulics by Ven Te Chow Pages 110 – 113')

2.3 Pembahasan

2.3.1 Perhitungan Kebutuhan Air Berdasarkan Luas Gedung

a) Luas gedung seluruhnya

$$\text{Lantai 1} = 1025,327 \text{ m}^2$$

$$\text{Lantai 2} = 1025,327 \text{ m}^2$$

$$\text{Lantai 3} = 702,84 \text{ m}^2$$

$$\text{Total Luas Lantai} = 2753,494 \text{ m}^2$$

b) Luas Gedung Efektif

$$50\% \times \text{Luas gedung 3 lantai}$$

$$\text{Luas gedung efektif} = 50\% \times 2753,494 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas gedung efektif} = 1376,747 \text{ m}^2$$

c) Kepadatan penghuni

$$\text{Kepadatan penghuni} = \frac{\text{Luas gedung efektif}}{(5\text{m}^2 - 10\text{m}^2)/\text{orang}}$$

$$\text{Kepadatan penghuni} = \frac{1376,747\text{m}^2}{10\text{m}^2}$$

$$= 138$$

d) Pemakaian air rata-rata sehari (Q_d)

Pemakaian air rata sehari-hari = 120 liter (dari Tabel 2.1)

$Q_d = \text{Hunian} \times \text{Pemakaian air sehari-hari}$

$$Q_d = 138 \times 120$$

$$= 16560 \text{ lt/hari}$$

$$= 16,56 \text{ m}^3/\text{hari} \text{ (ditambahkan 20\%, untuk kebocoran, dll)}$$

$$= 19,9 \text{ m}^3/\text{hari}$$

e) Pemakaian air rata-rata efektif (Q_h)

$T = 8 \text{ jam/hari}$ (dapat dilihat pada Tabel 2.1)

$$Q_h = \frac{Q_d \text{ total}}{T}$$

$$Q_h = \frac{19,9}{8}$$

$$= 2,4875 \text{ m}^3/\text{jam}$$

f) Pemakaian air jam puncak

$C_1 = \text{Konstanta}$ (berkisar antara 1,5 - 2,0)

$C_2 = \text{Konstanta}$ (berkisar antara 3,0 - 4,0)

$Q_{hmax} = C_1 \times Q_h$

$$= 2 \times 2,4875$$

$$= 4,975 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$Q_{m \text{ max}} = C_2 \times Q_h$

$$= 3 \times 2,4875$$

$$= 7,4625 \text{ m}^3/\text{jam}$$

2.3.2 Perhitungan Kebutuhan Air Berdasarkan Jenis dan Jumlah Alat Plumbing

Untuk memudahkan perhitungan, perhitungan dilakukan dengan menggunakan tabel, seperti yang terlihat pada Tabel 2.14.

Tabel 2.14 Perhitungan pemakaian air rata-rata efektif berdasarkan jenis dan jumlah alat plumbing

Jenis Alat Plumbing	Jumlah Alat Plumbing	Pemakaian Air Sekali Penggunaan (Lt)	Penggunaan / Jam	Debit Aliran (Lt/Jam)	Faktor Pemakaian(%)	Qefektif (Lt/Jam)
Kloset Katup Gelontor (Umum)	49	13,5	6	3969	15,2	603,288
Bak Mndi	43	125	3	16125	38,7	6240,375

Bak Cuci Tangan (Umum)	49	10	6	2940	38,1	1120,14
Bak Cuci Dapur	2	15	6	180	100	180
Bak Cuci Pakaian	6	15	6	540	65	351
Total Qh = 8494,803						
= 8,5m ³ /jam						
= 1,4 m ³ /menit						

2.3.3 Perhitungan Kebutuhan Reservoir

1. Perhitungan reservoir bawah

$$Q_h = 2,4875 \text{ m}^3/\text{jam}$$

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

a) Kapasitas pipa dinas (Qs)

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

$$Q_s = \frac{2}{3} \cdot 2,4875$$

$$= 1,6583 \text{ m}^3/\text{jam}$$

b) Volume ground reservoir

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

$$\text{Volume} = [16,56 - (1,6583 \times 8)]$$

$$= 3,2933 \text{ m}^3$$

$$= 4 \text{ m}^3$$

c) Dimensi ground reservoir

Pakai tangki air buatan pabrik (dengan volume 4 m³)

Tangki Biotechno 3000 Liter tipe GT-3000

$$\text{Diameter} = 135 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi} = 225 \text{ cm}$$

2. Perhitungan reservoir atas

$$Q_p = 0,124375 \text{ m}^3/\text{menit} = Q_{m-\max}$$

$$Q_{h-\max} = 0,082917 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$Q_{pu} = 0,124375 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$T_p = 30 \text{ menit}$$

$$T_{pu} = 10 \text{ menit}$$

a) Volume *roof tank*

$$V_E = [(Q_p - Q_{h-max})T_p - (Q_{pu} \times T_{pu})]$$

$$\begin{aligned} V_E &= [(0,124375 - 0,082917)30 - (0,124375 \times 10)] \\ &= 2,4875 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

b) Dimensi *roof tank*

Pakai tangki air untuk bangunan 3 lantai kapasitas 2200 liter. Pakai tangki air untuk bangunan 2 lantai kapasitas 1600 liter.

- Tangki Mpoint 2200 liter tipe SL 220:

Diameter = 135 cm

Tinggi = 192 cm

- Tangki Mpoint 1600 liter tipe SL 160:

Diameter = 118 cm

Tinggi = 200 cm

2.3.4 Perhitungan Penentuan Ukuran Pipa

Untuk memudahkan dalam menentukan ukuran pipa, perhitungan menggunakan tabel. Perhitungan dapat dilihat dari Tabel 2.15 – Tabel 2.17 dan gambar isometri dapat dilihat pada Gambar 2.2.

Tabel 2.15 Perhitungan ukuran pipa air bersih lantai 1

Jumlah alat plambing				Notasi	Nilai UBAP				Total	Panjang Pipa (m)	Ukuran Pipa (inch)
Shower	Toilet	Wastafel/ lavatory	Kitchen Sink		Shower	Toilet	Wastafel	Kitchen Sink			
2	2.5	1	1.5								lihat tabel 4
				Lantai 1							
				B1	2	0	0	0	2	0.075	3/4
				B2	2	0	0	0	2	1.15	3/4
				B3	2	0	0	0	2	1.000	3/4
				B4	2	0	0	0	2	3.000	3/4
	1			B5	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	1			B6	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	2			B7	0	5	0	0	5	0.200	3/4
	2			B8	0	5	0	0	5	1.000	3/4
		1		B9	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		1		B10	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		2		B11	0	0	2	0	2	0.900	3/4
	2	2		B12	0	5	2	0	7	1.400	3/4
1	2	2		B13	2	5	2	0	9	3.000	3/4
1				B14	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B15	2	0	0	0	2	1.150	3/4
1				B16	2	0	0	0	2	1.000	3/4
2	2	2		B17	4	5	2	0	11	3.000	3/4
2	2	2		B18	4	5	2	0	11	7.000	3/4
1				B19	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B20	2	0	0	0	2	1.150	3/4
1				B21	2	0	0	0	2	1.000	3/4

3	2	2		B22	6	5	2	0	13	3.000	3/4
	1			B23	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	1			B24	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	2			B25	0	5	0	0	5	0.200	3/4
	2			B26	0	5	0	0	5	1.000	3/4
		1		B27	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		1		B28	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		2		B29	0	0	2	0	2	0.900	3/4
	2	2		B30	0	5	2	0	7	1.400	3/4
3	4	4		B31	6	10	4	0	20	3.000	1
1				B32	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B33	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B34	2	0	0	0	2	1.000	3/4
4	4	4		B35	8	10	4	0	22	6.000	1
1				B36	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B37	2	0	0	0	2	1.150	3/4
1				B38	2	0	0	0	2	1.000	3/4
5	4	4		B39	10	10	4	0	24	3.000	1
	1			B40	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	1			B41	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	2			B42	0	5	0	0	5	0.200	3/4
	2			B43	0	5	0	0	5	1.000	3/4
		1		B44	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		1		B45	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		2		B46	0	0	2	0	2	0.900	3/4
	2	2		B47	0	5	2	0	7	1.400	3/4
5	6	6		B48	10	15	6	0	31	3.000	1
1				B49	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B50	2	0	0	0	2	1.150	3/4
1				B51	2	0	0	0	2	1.000	3/4
6	6	6		B52	12	15	6	0	33	10.000	1
1				B53	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B54	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B55	2	0	0	0	2	1.000	3/4
7	6	6		B56	14	15	6	0	35	3.000	1 1/4
	1			B57	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	1			B58	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	2			B59	0	5	0	0	5	0.200	3/4
	2			B60	0	5	0	0	5	1.000	3/4
		1		B61	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		1		B62	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		2		B63	0	0	2	0	2	0.900	3/4
	2	2		B64	0	5	2	0	7	1.400	3/4
7	8	8		B65	14	20	8	0	42	3.000	1 1/4
1				B66	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B67	2	0	0	0	2	1.150	3/4
1				B68	2	0	0	0	2	1.000	3/4
8	8	8		B69	16	20	8	0	44	6.000	1 1/4
1				B70	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B71	2	0	0	0	2	1.150	3/4
1				B72	2	0	0	0	2	1.000	3/4
9	8	8		B73	18	20	8	0	46	3.000	1 1/4
	1			B74	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	1			B75	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	2			B76	0	5	0	0	5	0.200	3/4
	2			B77	0	5	0	0	5	1.000	3/4
		1		B78	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		1		B79	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		2		B80	0	0	2	0	2	0.900	3/4
	2	2		B81	0	5	2	0	7	1.400	3/4
9	10	10		B82	18	25	10	0	53	3.000	1 1/4

1				B83	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B84	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B85	2	0	0	0	2	1.000	3/4
10	10	10		B86	20	25	10	0	55	7.510	1 1/4
1				B87	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B88	2	0	0	0	2	1.15	3/4
1				B89	2	0	0	0	2	1	3/4
1				B90	2	0	0	0	2	3	3/4
	1			B91	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	1			B92	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	1			B93	0	2.5	0	0	2.5	0.2	3/4
	1			B94	0	2.5	0	0	2.5	1	3/4
		1		B95	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		1		B96	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		1		B97	0	0	1	0	1	0.9	3/4
	2	2		B98	0	5	2	0	7	1.4	3/4
1	2	2		B99	2	5	2	0	9	3	3/4
1				B100	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B101	2	0	0	0	2	1.15	3/4
1				B102	2	0	0	0	2	1	3/4
2	2	2		B103	4	5	2	0	11	6	3/4
1				B104	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B105	2	0	0	0	2	1.15	3/4
1				B106	2	0	0	0	2	1	3/4
3	2	2		B107	6	5	2	0	13	3	3/4
	1			B108	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	1			B109	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	2			B110	0	5	0	0	5	0.2	3/4
	2			B111	0	5	0	0	5	1	3/4
		1		B112	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		1		B113	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		2		B114	0	0	2	0	2	0.9	3/4
	2	2		B115	0	5	2	0	7	1.4	3/4
3	4	4		B116	6	10	4	0	20	3	3/4
1				B117	2	0	0	0	2	1.15	3/4
1				B118	2	0	0	0	2	1.15	3/4
1				B119	2	0	0	0	2	1	3/4
4	4	4		B120	8	10	4	0	22	3.06	3/4
14	14	14		B121	28	35	14	0	77	0.5	1 1/4
14	14	14		B122	28	35	14	0	77	0.3	1 1/4

Tabel 2. 16 Perhitungan ukuran pipa air bersih lantai 2

Jumlah alat plambing				Notasi	Nilai UBAP				Total	Panjang Pipa (m)	Ukuran Pipa (inch)
Shower	Toilet	Wastafel/ lavatory	KitchenSink		Shower	Toilet	Wastafel	Kitchen Sink			
2	2.5	1	1.5							lihat tabel 4	
				Lantai 2							
1				B1	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B2	2	0	0	0	2	1.15	3/4
1				B3	2	0	0	0	2	1.000	3/4
1				B4	2	0	0	0	2	3.000	3/4
	1			B5	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	1			B6	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	2			B7	0	5	0	0	5	0.200	3/4
	2			B8	0	5	0	0	5	1.000	3/4
		1		B9	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		1		B10	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		2		B11	0	0	2	0	2	0.900	3/4

	2	2		B12	0	5	2	0	7	1.400	3/4
1	2	2		B13	2	5	2	0	9	3.000	3/4
1				B14	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B15	2	0	0	0	2	1.150	3/4
1				B16	2	0	0	0	2	1.000	3/4
2	2	2		B17	4	5	2	0	11	3.000	3/4
2	2	2		B18	4	5	2	0	11	7.000	3/4
1				B19	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B20	2	0	0	0	2	1.150	3/4
1				B21	2	0	0	0	2	1.000	3/4
3	2	2		B22	6	5	2	0	13	3.000	3/4
	1			B23	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	1			B24	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	2			B25	0	5	0	0	5	0.200	3/4
	2			B26	0	5	0	0	5	1.000	3/4
		1		B27	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		1		B28	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		2		B29	0	0	2	0	2	0.900	3/4
	2	2		B30	0	5	2	0	7	1.400	3/4
3	4	4		B31	6	10	4	0	20	3.000	1
1				B32	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B33	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B34	2	0	0	0	2	1.000	3/4
4	4	4		B35	8	10	4	0	22	6.000	1
1				B36	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B37	2	0	0	0	2	1.150	3/4
1				B38	2	0	0	0	2	1.000	3/4
5	4	4		B39	10	10	4	0	24	3.000	1
	1			B40	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	1			B41	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	2			B42	0	5	0	0	5	0.200	3/4
	2			B43	0	5	0	0	5	1.000	3/4
		1		B44	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		1		B45	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		2		B46	0	0	2	0	2	0.900	3/4
	2	2		B47	0	5	2	0	7	1.400	3/4
5	6	6		B48	10	15	6	0	31	3.000	1
1				B49	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B50	2	0	0	0	2	1.150	3/4
1				B51	2	0	0	0	2	1.000	3/4
6	6	6		B52	12	15	6	0	33	10.000	1
1				B53	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B54	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B55	2	0	0	0	2	1.000	3/4
7	6	6		B56	14	15	6	0	35	3.000	1 1/4
	1			B57	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	1			B58	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	2			B59	0	5	0	0	5	0.200	3/4
	2			B60	0	5	0	0	5	1.000	3/4
		1		B61	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		1		B62	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		2		B63	0	0	2	0	2	0.900	3/4
	2	2		B64	0	5	2	0	7	1.400	3/4
7	8	8		B65	14	20	8	0	42	3.000	1 1/4

1				B66	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B67	2	0	0	0	2	1.150	3/4
1				B68	2	0	0	0	2	1.000	3/4
8	8	8		B69	16	20	8	0	44	6.000	1 1/4
1				B70	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B71	2	0	0	0	2	1.150	3/4
1				B72	2	0	0	0	2	1.000	3/4
9	8	8		B73	18	20	8	0	46	3.000	1 1/4
	1			B74	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	1			B75	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	2			B76	0	5	0	0	5	0.200	3/4
	2			B77	0	5	0	0	5	1.000	3/4
		1		B78	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		1		B79	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		2		B80	0	0	2	0	2	0.900	3/4
	2	2		B81	0	5	2	0	7	1.400	3/4
9	10	10		B82	18	25	10	0	53	3.000	1 1/4
1				B83	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B84	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B85	2	0	0	0	2	1.000	3/4
10	10	10		B86	20	25	10	0	55	7.510	1 1/4
1				B87	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B88	2	0	0	0	2	1.15	3/4
1				B89	2	0	0	0	2	1	3/4
1				B90	2	0	0	0	2	3	3/4
	1			B91	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	1			B92	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	1			B93	0	2.5	0	0	2.5	0.2	3/4
	1			B94	0	2.5	0	0	2.5	1	3/4
		1		B95	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		1		B96	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		1		B97	0	0	1	0	1	0.9	3/4
	2	2		B98	0	5	2	0	7	1.4	3/4
1	2	2		B99	2	5	2	0	9	3	3/4
1				B100	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B101	2	0	0	0	2	1.15	3/4
1				B102	2	0	0	0	2	1	3/4
2	2	2		B103	4	5	2	0	11	6	3/4
1				B104	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B105	2	0	0	0	2	1.15	3/4
1				B106	2	0	0	0	2	1	3/4
3	2	2		B107	6	5	2	0	13	3	3/4
	1			B108	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	1			B109	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	2			B110	0	5	0	0	5	0.2	3/4
	2			B111	0	5	0	0	5	1	3/4
		1		B112	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		1		B113	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		2		B114	0	0	2	0	2	0.9	3/4
	2	2		B115	0	5	2	0	7	1.4	3/4
3	4	4		B116	6	10	4	0	20	3	3/4
1				B117	2	0	0	0	2	1.15	3/4
1				B118	2	0	0	0	2	1.15	3/4
1				B119	2	0	0	0	2	1	3/4

4	4	4		B120	8	10	4	0	22	3.06	3/4
14	14	14		B121	28	35	14	0	77	0.5	1 1/4
14	14	14		B122	28	35	14	0	77	0.3	1 1/4
		1		A1	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		1		A2	0	0	1	0	1	0.9	3/4
		1		A3	0	0	1	0	1	0.84	3/4
	1			A4	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	1			A5	0	2.5	0	0	2.5	0.2	3/4
	1	1		A6	0	2.5	1	0	3.5	0.46	3/4
		1		A7	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		1		A8	0	0	1	0	1	0.09	3/4
		1		A9	0	0	1	0	1	0.84	3/4
	1			A10	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	1			A11	0	2.5	0	0	2.5	0.2	3/4
	1	1		A12	0	2.5	1	0	3.5	0.46	3/4
	2	2		A13	0	5	2	0	7	4.52	3/4
	2	2		A14	0	5	2	0	7	8	3/4
	1			A15	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	1			A16	0	2.5	0	0	2.5	0.2	3/4
	1			A17	0	2.5	0	0	2.5	0.535	3/4
	1			A18	0	2.5	0	0	2.5	2.02	3/4
	1			A19	0	2.5	0	0	2.5	0.623	3/4
		1		A20	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		1		A21	0	0	1	0	1	0.9	3/4
		1		A22	0	0	1	0	1	1.88	3/4
	1	1		A23	0	2.5	1	0	3.5	0.075	3/4
1				A24	2	0	0	0	2	1.15	3/4
1				A25	2	0	0	0	2	1.498	3/4
1	1	1		A26	2	2.5	1	0	5.5	2.5	3/4
1	3	3		A27	2	7.5	3	0	12.5	13.5	3/4
1	3	3		A28	2	7.5	3	0	12.5	0.261	3/4

Tabel 2. 17 Perhitungan ukuran pipa air bersih lantai 3

Jumlah alat plambing				Notasi	Nilai UBAP				Total	Panjang Pipa (m)	Ukuran Pipa (inch)
Shower	Toilet	Wastafel/ lavatory	KitchenSink		Shower	Toilet	Wastafel	Kitchen Sink			
2	2.5	1	1.5								lihat tabel 4
				Lantai 3							
1				B1	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B2	2	0	0	0	2	1.15	3/4
1				B3	2	0	0	0	2	1.000	3/4
1				B4	2	0	0	0	2	3.000	3/4
	1			B5	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	1			B6	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	2			B7	0	5	0	0	5	0.200	3/4
	2			B8	0	5	0	0	5	1.000	3/4
		1		B9	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		1		B10	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		2		B11	0	0	2	0	2	0.900	3/4
	2	2		B12	0	5	2	0	7	1.400	3/4
1	2	2		B13	2	5	2	0	9	3.000	3/4
1				B14	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B15	2	0	0	0	2	1.150	3/4

1				B16	2	0	0	0	2	1.000	3/4
2	2	2		B17	4	5	2	0	11	3.000	3/4
2	2	2		B18	4	5	2	0	11	7.000	3/4
1				B19	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B20	2	0	0	0	2	1.150	3/4
1				B21	2	0	0	0	2	1.000	3/4
3	2	2		B22	6	5	2	0	13	3.000	3/4
	1			B23	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	1			B24	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	2			B25	0	5	0	0	5	0.200	3/4
	2			B26	0	5	0	0	5	1.000	3/4
		1		B27	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		1		B28	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		2		B29	0	0	2	0	2	0.900	3/4
	2	2		B30	0	5	2	0	7	1.400	3/4
3	4	4		B31	6	10	4	0	20	3.000	1
1				B32	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B33	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B34	2	0	0	0	2	1.000	3/4
4	4	4		B35	8	10	4	0	22	6.000	1
1				B36	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B37	2	0	0	0	2	1.150	3/4
1				B38	2	0	0	0	2	1.000	3/4
5	4	4		B39	10	10	4	0	24	3.000	1
	1			B40	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	1			B41	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	2			B42	0	5	0	0	5	0.200	3/4
	2			B43	0	5	0	0	5	1.000	3/4
		1		B44	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		1		B45	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		2		B46	0	0	2	0	2	0.900	3/4
	2	2		B47	0	5	2	0	7	1.400	3/4
5	6	6		B48	10	15	6	0	31	3.000	1
1				B49	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B50	2	0	0	0	2	1.150	3/4
1				B51	2	0	0	0	2	1.000	3/4
6	6	6		B52	12	15	6	0	33	10.000	1
1				B53	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B54	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B55	2	0	0	0	2	1.000	3/4
7	6	6		B56	14	15	6	0	35	3.000	1 1/4
	1			B57	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	1			B58	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	2			B59	0	5	0	0	5	0.200	3/4
	2			B60	0	5	0	0	5	1.000	3/4
		1		B61	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		1		B62	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		2		B63	0	0	2	0	2	0.900	3/4
	2	2		B64	0	5	2	0	7	1.400	3/4
7	8	8		B65	14	20	8	0	42	3.000	1 1/4
1				B66	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B67	2	0	0	0	2	1.150	3/4
1				B68	2	0	0	0	2	1.000	3/4

8	8	8		B69	16	20	8	0	44	6.000	1 1/4
1				B70	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B71	2	0	0	0	2	1.150	3/4
1				B72	2	0	0	0	2	1.000	3/4
9	8	8		B73	18	20	8	0	46	3.000	1 1/4
	1			B74	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	1			B75	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	2			B76	0	5	0	0	5	0.200	3/4
	2			B77	0	5	0	0	5	1.000	3/4
		1		B78	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		1		B79	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		2		B80	0	0	2	0	2	0.900	3/4
	2	2		B81	0	5	2	0	7	1.400	3/4
9	10	10		B82	18	25	10	0	53	3.000	1 1/4
1				B83	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B84	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B85	2	0	0	0	2	1.000	3/4
10	10	10		B86	20	25	10	0	55	7.510	1 1/4
1				B87	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B88	2	0	0	0	2	1.15	3/4
1				B89	2	0	0	0	2	1	3/4
1				B90	2	0	0	0	2	3	3/4
	1			B91	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	1			B92	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	1			B93	0	2.5	0	0	2.5	0.2	3/4
	1			B94	0	2.5	0	0	2.5	1	3/4
		1		B95	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		1		B96	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		1		B97	0	0	1	0	1	0.9	3/4
	2	2		B98	0	5	2	0	7	1.4	3/4
1	2	2		B99	2	5	2	0	9	3	3/4
1				B100	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B101	2	0	0	0	2	1.15	3/4
1				B102	2	0	0	0	2	1	3/4
2	2	2		B103	4	5	2	0	11	6	3/4
1				B104	2	0	0	0	2	0.075	3/4
1				B105	2	0	0	0	2	1.15	3/4
1				B106	2	0	0	0	2	1	3/4
3	2	2		B107	6	5	2	0	13	3	3/4
	1			B108	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	1			B109	0	2.5	0	0	2.5	0.075	3/4
	2			B110	0	5	0	0	5	0.2	3/4
	2			B111	0	5	0	0	5	1	3/4
		1		B112	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		1		B113	0	0	1	0	1	0.075	3/4
		2		B114	0	0	2	0	2	0.9	3/4
	2	2		B115	0	5	2	0	7	1.4	3/4
3	4	4		B116	6	10	4	0	20	3	3/4
1				B117	2	0	0	0	2	1.15	3/4
1				B118	2	0	0	0	2	1.15	3/4
1				B119	2	0	0	0	2	1	3/4
4	4	4		B120	8	10	4	0	22	3.06	3/4
14	14	14		B121	28	35	14	0	77	0.5	1 1/4
14	14	14		B122	28	35	14	0	77	0.3	1 1/4

Tabel 2. 18 Perhitungan ukuran pipa tegak air bersih

Notasi	Nilai UBAP				Total	Panjang Pipa (m)	Ukuran Pipa (inch)
	Pipa Tegak	Shower	Toilet	Wastafel			
P1	32	17,5	6		55,5	3,6	1 1/4
P2	64	35	12		111	3,6	1 1/2
P3	88	60	20		168	3,6	2
P4	88	90	28		206	3,6	2

2.3.5 Perhitungan Kebutuhan Daya Pompa (P)

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

$$\rho = 998,23 \text{ kg/m}^3$$

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

$$Q = 7,4625 \text{ m}^3/\text{jam} = 0,002072917 \text{ m}^3/\text{s} = 0,124375 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$v = 2 \text{ m/s}$$

$$H_a = 12,8 \text{ m}$$

$$A = 0,002072917/2 = 0,001036458 \text{ m}^2$$

$$d = 40 \text{ mm (diameter pasaran)} = 0,04 \text{ m}$$

$$C = 130 \text{ (untuk pipa PVC, PE, PPR)}$$

Major head loss (H_f) dihitung dengan rumus persamaan Hazen-Williams

$$L = 82.835 \text{ m.}$$

$$h_f = \frac{6,05 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times d^{4,87}} \times L$$

$$h_f = \frac{6,05 \times 124,375^{1,85}}{130^{1,85} \times 0,04^{4,87}} \times 82,835$$

$$= 0,28269119 \text{ m}$$

Kerugian head oleh *plumbing accessories* (H_e)

$$H_e = K \frac{v^2}{2a}$$

a) Kehilangan pada pemasukan (*inlet*)

$$K = 0,9$$

$$H_e = 0,9 \frac{2^2}{(2)(9,81)}$$

$$= 0,183486 \text{ m}$$

b) Total H_e

$$H_e = 0,183486$$

$$H_{fsd} = H_f + H_e$$

$$= 0.028269119 + 0,183486$$

$$= 0,211755119 \text{ m}$$

Head velocity (Hv)

$$H_v = v^2/2g$$

$$= 2^2/2 \cdot 9,81$$

$$= 0.203873598 \text{ m}$$

Total Head (H)

$$H = H_a + H_{fsd} + H$$

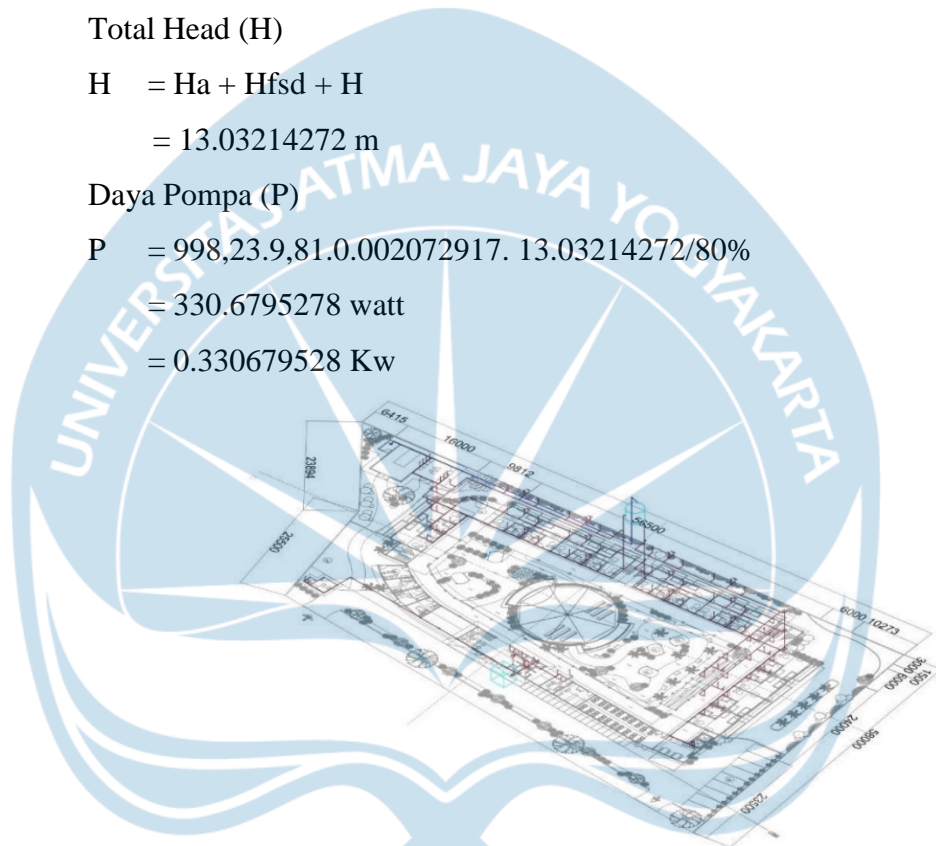
$$= 13.03214272 \text{ m}$$

Daya Pompa (P)

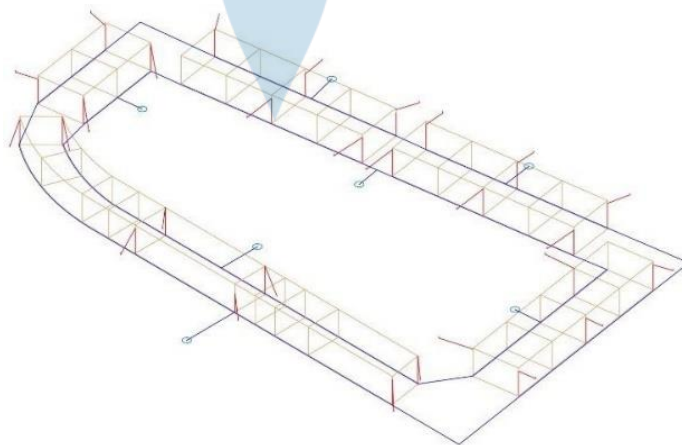
$$P = 998,23 \cdot 9,81 \cdot 0.002072917 \cdot 13.03214272 / 80\%$$

$$= 330.6795278 \text{ watt}$$

$$= 0.330679528 \text{ Kw}$$



Gambar 2. 2 Isometri pipa air bersih



Gambar 2. 3 Isometri sistem drainase

2.3.6 Perhitungan Frekuensi Curah Hujan

Tabel 2. 19 Data curah hujan

Tahun	Curah hujan Rata2 Max (X)
1985	106
1986	104
1987	125
1988	90
1989	116
1990	77
1991	75
1992	110
1993	95
1994	76.4
(X) rata2	99.8

Tabel 2. 20 Perhitungan parameter statistik curah hujan

Tahun	n	Hujan (Xi)	(Xi-Xrt)	(Xi-Xrt)^2	(Xi-Xrt)^3	(Xi-Xrt)^4
1985	1	106.00	8.56	73.27	627.22	5369.02
1986	2	104.00	6.56	43.03	282.30	1851.89
1987	3	125.00	27.56	759.55	20933.30	576921.67
1988	4	90.00	-7.44	55.35	-411.83	3064.02
1989	5	116.00	18.56	344.47	6393.43	118662.06
1990	6	77.00	-20.44	417.79	-8539.70	174551.49
1991	7	75.00	-22.44	503.55	-11299.74	253566.23
1992	8	110.00	12.56	157.75	1981.39	24886.20
1993	9	95.00	-2.44	5.95	-14.53	35.45
1994	10	76.40	-21.04	442.68	-9314.02	195967.00
Total		974.40	0.0000	2803.42	637.81	1354875.03
Curah hujan rerata (X rerata)		97.44				

$$\begin{aligned}
 \text{Standar deviasi (Sd)} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \{xi-X\}^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{2803.42}{10-1}} \\
 &= \mathbf{17.64912337}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Koefisien variasi (Cv)} &= \frac{Sd}{\bar{X}} \\
 &= \frac{17.64912337}{97.44} \\
 &= \mathbf{0.181128113}
 \end{aligned}$$

Koef. Kemencengan

$$= \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n \{\bar{X}_i - \bar{X}\}^3}{(n-1)(n-2)Sd^3}$$

$$= \frac{10 \cdot 637.81}{(10-1)(10-2)17.64912337^3}$$

$$= \mathbf{0.01611354}$$

Koef. Kurtosis Ck

$$= \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \{X_i - \bar{X}\}^4}{Sd^4}$$

$$= \frac{\frac{1}{10} 1354875.03}{17.64912337^4}$$

$$= \mathbf{2.770614779}$$

Tabel 2. 21 Menentukan jenis distribusi yang sesuai

No	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan	Keterangan
1	Normal	Cs ≈ 0	0.0161 ≤ 0	Tidak memenuhi
		Ck ≈ 3	2.7706 ≤ 3	
		(x±s) = 68.27%	14.29 ≠ 68.27	
		(x±2s) = 95.44%	28.6 ≠ 95.44	
2	Log Normal	Cs = Cv3 + 3Cv	0.0161 ≠ 0.5493	Tidak memenuhi
		Ck = Cv8 + 6Cv6 + 15Cv4 + 16Cv2 + 3	2.7706 ≠ 3.5413	
3	Gumbel Tipe I	Cs ≈ 1,1396	0.0161 ≤ 1.13960	Tidak Memenuhi
		Ck ≈ 5,4002	2.7706 ≤ 5.4002	
4	Log-Pearson tipe III	Selain dari nilai diatas	0.0000 = 0	Memenuhi

2.3.7 Perhitungan Distribusi Curah Hujan dengan Metode Log Person Tipe III dan Periode U

Tabel 2.22 Perhitungan distribusi log person tipe-III

Log Pearson Tipe III Tabel Distribusi Frekuensi Metode Log Pearson Tipe III									
Tahun	n	Hujan (Xi)	Log(X)	Log (X rt)	(Log X - Log Xrt)	(Log X - Log Xrt)^2	(Log X - Log Xrt)^3	(Log X - Log Xrt)^4	
1985	1	106.00	2.0253	1.99	0.0366	0.0013	0.0000	0.0000	
1986	2	104.00	2.0170	1.99	0.0283	0.0008	0.0000	0.0000	
1987	3	125.00	2.0969	1.99	0.1082	0.0117	0.0013	0.0001	
1988	4	90.00	1.9542	1.99	-0.0345	0.0012	0.0000	0.0000	

1989	5	116.00	2.0645	1.99	0.0757	0.0057	0.0004	0.0000
1990	6	77.00	1.8865	1.99	-0.1022	0.0105	-0.0011	0.0001
1991	7	75.00	1.8751	1.99	-0.1137	0.0129	-0.0015	0.0002
1992	8	110.00	2.0414	1.99	0.0527	0.0028	0.0001	0.0000
1993	9	95.00	1.9777	1.99	-0.0110	0.0001	0.0000	0.0000
1994	10	76.40	1.8831	1.99	-0.1056	0.0112	-0.0012	0.0001
Total	974.40		19	-0.0657	0.0582	-0.0018	0.0006	
			.8					
		19.8	87					
		217	4					
X rerata	97.44							
Log (X) rata2 =	1.9887							
<p>Hujan Maksimum Rata-Rata ($Log X rata2$) = 1.9887373 Standar Deviasi (S) = 0.0804114 Koefisien Variasi (Cv) = 0.0404334 Koefisien Kemencengan (skewness) (Cs) = 0.4920006 Koefisien Keruncingan / Kortusis (Ck) = 1.3924759</p>								

Tabel 2. 23 Perhitungan intensitas hujan dengan periode ulang 1-10 tahun

No	Periode Ulang (Tahun)	Peluang (%)	S log X	log X rata2	Cs	k (dari tabel faktor frekuensi)	Y = log X	x (hujan maks.periode ulang)
1	2	50	0.0804 11379	1.988 7	- 0.492 00057	0.013	1.98 9775 8	97.6732958
2	5	20	0.0804 11379	1.988 7	- 0.492 00057	0.856	2.05 7563 0	114.1728871
3	10	10	0.0804 11379	1.988 7	-0.492 00057	1.217	2.08 6614 0	122.0714206

2.3.8 Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Tabel 2. 24 Perhitungan intensitas hujan

I	I R24		
	2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun
	97.6732958	114.1728871	122.0714206
1	33.8614	39.5815	42.3198
2	21.3314	24.9348	26.6598
3	16.2789	19.0288	20.3452
4	13.4379	15.7079	16.7946
5	11.5804	13.5367	14.4732
6	10.2551	11.9874	12.8167
7	9.2535	10.8167	11.5650
8	8.4654	9.8954	10.5799

9	7.8261	9.1481	9.7810
10	7.2952	8.5276	9.1175
11	6.8461	8.0026	8.5562
12	6.4603	7.5516	8.0740
13	6.1246	7.1592	7.6545
14	5.8293	6.8141	7.2855
15	5.5673	6.5078	6.9580

2.3.9 Perhitungan Debit Rancangan dengan Metode Rasional

No	Periode Ulang (Tahun)	Jam	I (Intensitas Hujan) mm/jam	c	A (km ²) (total)	Q (m ³ /s)	A (km ²) (lantai 3)	Q (m ³ /s)	A (km ²) (lantai 2)	Q (m ³ /s)
1	2	1	33.8614	0.85	0.00191292	0.0153	0.001358644	0.0109	0.000535395	0.0043
		2	21.3314	0.85	0.00191292	0.0096	0.001358644	0.0068	0.000535395	0.0027
		3	16.2789	0.85	0.00191292	0.0074	0.001358644	0.0052	0.000535395	0.0021
		4	13.4379	0.85	0.00191292	0.0061	0.001358644	0.0043	0.000535395	0.0017
1	5	1	39.5815	0.85	0.00191292	0.0179	0.001358644	0.0127	0.000535395	0.0050
		2	24.9348	0.85	0.00191292	0.0113	0.001358644	0.0080	0.000535395	0.0032
		3	19.0288	0.85	0.00191292	0.0086	0.001358644	0.0061	0.000535395	0.0024
		4	15.7079	0.85	0.00191292	0.0071	0.001358644	0.0050	0.000535395	0.0020
1	10	1	42.3198	0.85	0.00191292	0.0191	0.001358644	0.0136	0.000535395	0.0054
		2	26.6598	0.85	0.00191292	0.0121	0.001358644	0.0086	0.000535395	0.0034
		3	20.3452	0.85	0.00191292	0.0092	0.001358644	0.0065	0.000535395	0.0026
		4	16.7946	0.85	0.00191292	0.0076	0.001358644	0.0054	0.000535395	0.0021

2.3.10 Perhitungan Kebutuhan Pipa Horizontal dan Pipa Tegak Drainase

a) Penentuan Pipa Horizontal

- 1) Jumlah Pipa = 3 buah
- 2) Luas Atap (A) = $1912,9196 \text{ m}^2/3$
= $3064,3065 \text{ m}^2$
- 3) Intensitas Hujan (I) = $42,3198 \text{ mm/jam}$
- 4) Debit Hujan (Q) = $19,1 \text{ lt/detik}$
- 5) Kemiringan = 1%
- 6) Berdasarkan Tabel 2.9 , didapatkan diameter pipa (D) = 8 inci

b) Penentuan Pipa Tegak

- 1) Jumlah pipa = 3 buah
- 2) Luas Atap (A) = $1912,9196 \text{ m}^2/3$
= $3064,4065 \text{ m}^2$
- 3) Intensitas Hujan (I) = $42,3198 \text{ mm/jam}$
- 4) Debit Hujan (Q) = $19,1 \text{ lt/detik}$
- 5) Berdasarkan Tabel 2.12, didapatkan diameter pipa (D) = 8 inci

2.3.11 Perhitungan Perencanaan Sumur Resapan

a) Menghitung Volume andil banjir (V_{ab})

$$\begin{aligned}
 C_{tadaha} &= 0,85 \\
 A_{tadaha} &= 1912,9196 \text{ m}^2 \\
 R &= 0.001410893 \text{ L/m}^2/\text{hari} \\
 V_{ab} &= 0,855 C_{tadaha} A_{tadaha} R \\
 &= 0,855 \times 0,85 \times 1912,9196 \times 0.001410893 \\
 &= 47074.65935 \text{ liter} \\
 &= 47.07465935 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

b) Menghitung volume air hujan yang meresap (V_{rsp})

$$\begin{aligned}
 t_e &= 0,9.R^{0,92}/2 \times 60 \\
 &= 0,9.0.001410893^{0,92}/2 \times 60 \\
 &= 3.57788 \text{ jam} \\
 D_{sumur} &= 1,4 \text{ m} \\
 H_{rencana} &= 3 \text{ m} \\
 A_{dinding \text{ sumur}} &= 13.19469 \text{ m}^2 \\
 A_{alasan \text{ sumur}} &= 1.53938 \text{ m}^2 \\
 A_{total} &= 14.73406955 \text{ m}^2 \\
 K &= 0,6 \text{ m/hari} \\
 V_{rsp} &= t_e/24.A_{total}.K \\
 &= 3.57788 /24 \times 14.73406955 \times 0,6 \\
 &= 1.31792 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

c) Menghitung volume penampungan ($V_{storasi}$)

$$\begin{aligned}
 V_{storasi} &= V_{ab} - V_{rsp} \\
 &= 47.07465935 - 1.31792 \\
 &= 47.07464617 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

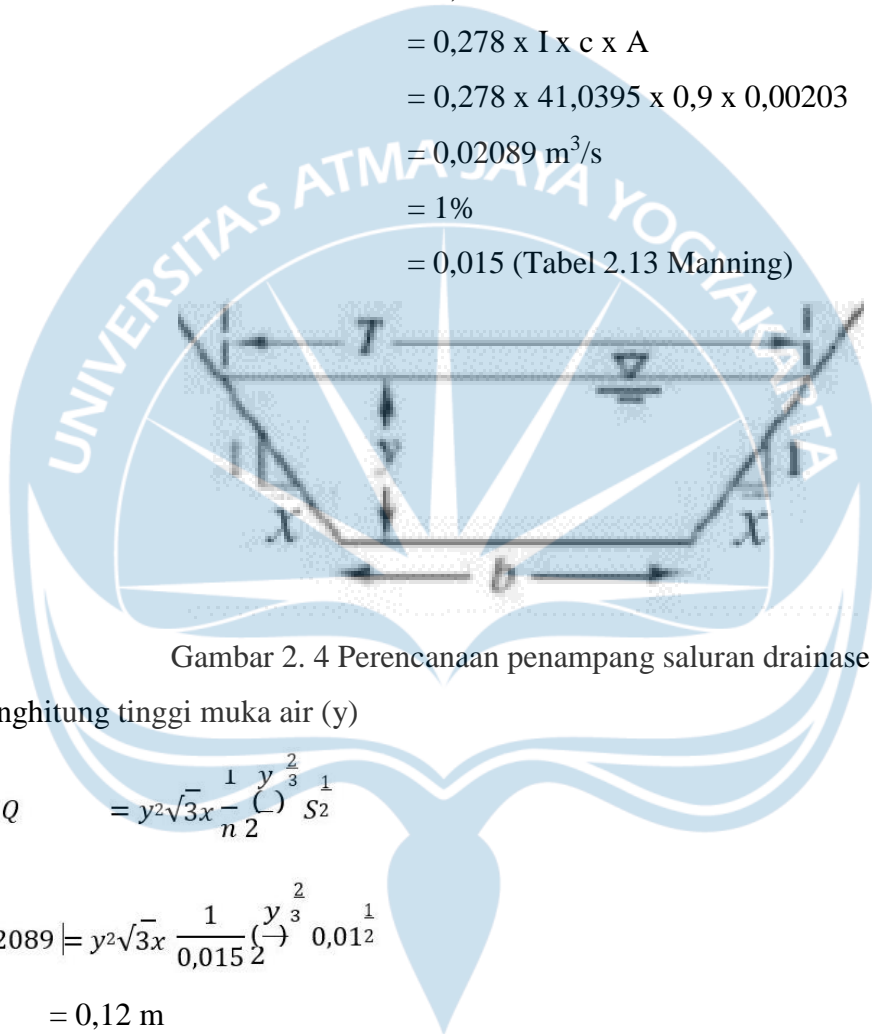
d) Menghitung jumlah sumur resapan (n)

$$\begin{aligned}
 H_{total} &= \frac{V_{ab} - V_{rsp}}{A_h} \\
 &= \frac{47.07464617}{1.53938} \\
 &= 30.58025564 \text{ m} \\
 n &= \frac{H_{total}}{H_{rencana}} \\
 &= \frac{30.58025564}{3}
 \end{aligned}$$

$$= 10.19341 = 11 \text{ buah sumur}$$

2.3.12 Perhitungan Perencanaan Saluran Drainase

Luas perkerasan sekitar gedung	= 2034,83 m ²
I	= 41,0395 mm/jam
C tadah	= 0,9 (Perkerasan beton)
A tadah	= 0,00203 km ²
Q	= 0,278 x I x c x A
	= 0,278 x 41,0395 x 0,9 x 0,00203
	= 0,02089 m ³ /s
S	= 1%
n	= 0,015 (Tabel 2.13 Manning)



Gambar 2. 4 Perencanaan penampang saluran drainase

Menghitung tinggi muka air (y)

$$Q = y^2 \sqrt{3x} \frac{1}{n} \left(\frac{y}{3}\right)^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

$$0,02089 = y^2 \sqrt{3x} \frac{1}{0,015} \left(\frac{y}{3}\right)^{\frac{2}{3}} 0,01^{\frac{1}{2}}$$

$$y = 0,12 \text{ m}$$

Menghitung lebar dasar saluran (b)

$$b = \frac{2}{3} y \sqrt{3}$$

$$b = \frac{2}{3} 0,12 \sqrt{3}$$

$$b = 0,14 \text{ m}$$

$$x = 1$$

Menghitung tinggi jagaan (W)

$$W = \sqrt{\frac{y}{2}}$$

$$W = \sqrt{\frac{0,12}{2}}$$

$$W = 0,24 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} A &= (b+xy)y \\ &= (0,14+1.0,12)0,12 \\ &= 0,0312 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= b+2y\sqrt{1+x^2} \\ &= 0,14+2.0,12\sqrt{1+1^2} \\ &= 0,479 \text{ m} \end{aligned}$$

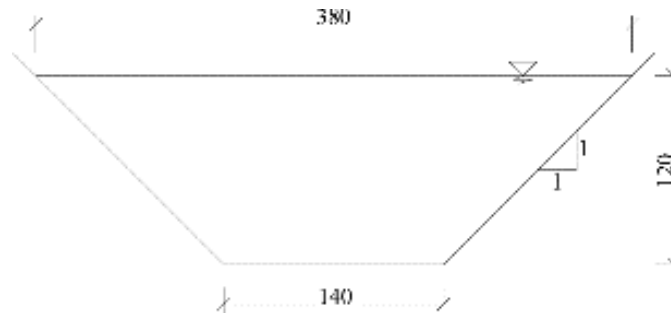
$$\begin{aligned} T &= b+2xy \\ &= 0,14+2.1.0,12 \\ &= 0,38 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= (b+xy)y/(b+2y\sqrt{1+x^2}) \\ &= 0,0312/0,479 \\ &= 0,0651 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_m &= (b+xy)y/(b+2xy) \\ &= 0,0312/0,38 \\ &= 0,0821 \text{ m} \end{aligned}$$

Dimana:

- x = Kemiringan dinding saluran
- y = Tinggi muka air (m)
- b = Lebar dasar saluran
- W = Tinggi jagaan (m)
- A = Luas penampang basah (m²)
- P = Keliling basah saluran
- T = Lebar permukaan saluran
- R = Jari-jari hidrolis (m)
- D = Kedalaman rata-rata hidrolis (m)



Gambar 2. 5 Penampang saluran drainase

2.3.13 Perhitungan Kecepatan Aliran

$$R = 0,0651 \text{ m}$$

$$n = 0,015$$

$$S = 1\%$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{0,015} 0,0651^{2/3} 0,01^{1/2}$$

$$= 1,07863 \text{ m/s}$$

2.4 Kesimpulan

1. Volume kebutuhan reservoir bawah= 3,2933 m³ dengan menggunakan tangki air buatan pabrik (dengan volume 4 m³), Tangki Biotechno 3000 Liter tipe GT-3000, Diameter 135 cm, Tinggi = 225 cm dan Volume kebutuhan reservoir atas 2,4875 m³, menggunakan tangki air untuk bangunan 3 lantai kapasitas 2200 liter dan tangki air untuk bangunan 2 lantai kapasitas 1600 liter , Tangki Mpoint 2200 liter tipe SL 220 Diameter 135 cm ,Tinggi = 192 cm. Tangki Mpoint 1600 liter tipe SL 160 Diameter 118 cm, Tinggi = 200 cm.
2. Kapasitas pompa yang digunakan untuk mengalirkan air dari reservoir bawah ke reservoir atas= 2,4875 m³ .
3. Jumlah pipa horizontal= 3 buah dengan ukuran 4-inch dan jumlah pipa tegak=3 buah dengan ukuran 3 inch.
4. Jumlah sumur resapan 11 buah dengan diameter 1,4 m dan kedalaman 3 m.
5. Dimensi saluran drainase berbentuk trapesium dengan lebar atas= 0,38 m, lebar alas= 0,14 m, tinggi= 0,12 m.