

BAB II

PERANCANGAN DRAINASE DAN PERPIPAAN

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Analisis Kebutuhan Air

Air bersih merupakan kebutuhan pokok bagi semua orang dalam kehidupan sehari-hari. Pada umumnya air bersih digunakan dalam kebutuhan rumah tangga seperti memasak, mandi, mencuci, dan sebagainya. Dalam menghitung analisis kebutuhan air digunakan beberapa metode untuk menentukan kebutuhan air bersih pada Gedung Apartemen di Kecamatan Gubeng, Kota Surabaya. Metode yang digunakan untuk perhitungan analisis kebutuhan air, sebagai berikut:

- 1) Analisis Kebutuhan Air berdasarkan jumlah penghuni.

Perhitungan kebutuhan air dengan metode jumlah pengguna dapat dilakukan dengan 2 kejadian yaitu jika jumlah pengguna diketahui maka perhitungan dapat langsung dilakukan dengan menghitung pemakaian air rata-rata harian. Karena pada Gedung Apartemen ini tidak diketahui jumlah penggunaannya secara pasti maka perhitungan dilakukan dengan menghitung luas lantai seluruhnya, kemudian menghitung luas gedung efektif, kepadatan penghuni, pemakaian air rata-rata harian menggunakan pedoman Noerbambang, S. & Morimura, T. (2000), antisipasi kebocoran, pemakaian air rata-rata efektif, dan terakhir perhitungan pemakaian air jam puncak.

- 2) Analisis Kebutuhan Air berdasarkan Unit Beban Alat Plumbing (UBAP).

Perhitungan air bersih dengan metode Unit Beban Alat Plumbing (UBAP) menggunakan pedoman SNI 03-7065-2005 dengan menentukan jumlah seluruh alat plumbing dan unit beban setiap alat plumbing hasil dari perhitungan tersebut kemudian dimasukkan kedalam grafik UBAP untuk mendapatkan debit air yang akan digunakan.

- 3) Analisis Kebutuhan Air berdasarkan Jenis dan Jumlah Alat Plumbing.

Perhitungan air bersih dengan kebutuhan air berdasarkan jenis dan jumlah alat plumbing menggunakan pedoman Noerbambang, S. & Morimura, T. (2000) dengan menentukan jumlah alat plumbing, pemakaian air rata-rata harian, penentuan waktu rata-rata penggunaan air dari ketiga Langkah tersebut akan

menghasilkan debit air rerata harian, kemudian ditinjau lagi menggunakan factor pemakaian makan akan menghasilkan Debit aliran efektif.

2.1.2 Perancangan Isometri Perpipaan Air Bersih

Sistem pemipaan adalah kegiatan yang berkaitan dengan instalasi pemipaan mulai dari penentuan jalur pipa antar plumbing hingga pemipaan dari reservoir bawah ke reservoir atas. Sistem pemipaan digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih, air kotor, kolam renang, hingga system drainase serta masih banyak lagi. System pemipaan gedung menggunakan pedoman SNI 8153-2015 tentang Sistem Plumbing pada Bangunan Gedung, dan system pemipaan air bersih ini menggunakan pedoman SNI 03-7065-2005 tentang pemipaan. System pemipaan di Gedung Apartemen ini menggunakan dua shaft dan dua reservoir, perancangan isometri pipa dilakukan dengan menentukan jalur pipa-pipa pada setiap UBAP per lantai semua pipa berpusat pada shaft, kemudian untuk lantai lainnya disambungkan oleh pipa vertikal pada setiap shaft per lantai, kemudian untuk menentukan ukuran pipa menggunakan Tabel 4 – UBAP/ fixture unit untuk menentukan pipa air dan meter air pada SNI 03-7065-2005.

2.1.3 Perhitungan Reservoir dan Pompa

Pada gedung kantor, apartemen, *mall* maupun perumahan tentunya memiliki penyediaan air bersih. Sistem penyediaan air bersih dibagi menjadi 3 metode yaitu sistem sambungan langsung, sistem tangki atas, dan sistem tangki bawah. Untuk hal ini, penulis menggunakan sistem tangki atas (reservoir atas) dan sistem tangki bawah (reservoir bawah) dalam Perencanaan Drainase dan Pemipaan pada Apartemen di Kecamatan Gubeng, Kota Surabaya. Perhitungan dimensi reservoir bawah dilakukan dengan dua cara yaitu berdasarkan suplay air PDAM dan perhitungan dengan rumus. Perhitungan berdasarkan rumus pertama dengan menghitung besar kapasitas pipa dinas (Q_s), Rumus: $Q_s = \frac{2}{3} Qh$. Kemudian menghitung volume ground reservoir, Rumus: $Vol.Ground Reservoir = [Qd - (Q_s \times T)]$ dan terakhir menentukan dimensi sesuai kebutuhan air, dapat juga menggunakan tangki buatan pabrik yang sesuai kapasitas yang dibutuhkan. Sedangkan untuk reservoir atas perhitungannya juga memiliki dua cara seperti reservoir bawah, untuk perhitungan reservoir atas dengan rumus menurut (Noerbambang, S & Morimura, T). yaitu $V_E = \{(Q_p - Q_{h-max})T_p - (Q_{pu}T_{pu})\}$, kemudian

menentukan dimensi roof tank sesuai kebutuhan air sama halnya dengan reservoir bawah, pada reservoir atas juga dapat menggunakan tangka buatan pabrik yang sesuai dengan kebutuhan air yang diperlukan. Dari kebutuhan air perhari (Q_d) menurut (Juwana, J. S. 2005) digunakan rumus sebagai berikut: Volume tangka bawah: $V_{bt} = 40\% \times Q_d$,

Volume tangka atas: $V_a = 15\% \times Q_d$.

Pompa merupakan alat untuk memindahkan air atau cairan dari satu tempat ke tempat lainnya yaitu dengan cara mengalirkan fluida, untuk mengalirkan air dari reservoir bawah ke reservoir atas dibutuhkan bantuan pompa. Pompa memiliki daya yang berbeda-beda mulai dari daya kecil hingga besar sesuai kebutuhan, untuk menyalakan pompa membutuhkan bantuan energi listrik, oleh karena itu semakin tinggi daya pompa yang digunakan semakin banyak juga energi listrik yang diperlukan serta biaya listrik akan semakin mahal. Daya pompa adalah tenaga yang dibutuhkan untuk mengalirkan air sehingga perlu untuk mengetahui headstatis dan headloss dari pipa. Untuk perhitungan pompa menggunakan jurnal Perencanaan Sistem Plambing Air Bersih Gedung Dinas Lingkungan Hidup Propinsi Jawa Barat oleh Gani, Muhd. S. M, Prabowo, Anindito. N, S, Lina Apriyanti. Vol.2, Oktober 2021.

2.1.4 Perencanaan Sistem Jaringan Air Hujan

Curah hujan di Indonesia mengalami perubahan dari tahun ke tahun, untuk melakukan perhitungan maka dilakukan dengan cara menghitung curah hujan rata-rata tahunan paling tidak menggunakan data hujan 10 tahun terakhir. Dengan menggabungkan data curah hujan dari stasiun-stasiun terdekat dengan lokasi gedung, namun untuk perancangan gedung apartemen ini hanya digunakan satu stasiun hujan saja. Dari data curah hujan rerata yang didapatkan dari stasiun kalijoho, data tersebut di olah untuk mendapatkan analisis frekuensi curah hujan menggunakan metode Log Person III, tahapannya sebagai berikut:

1. Mengubah data dalam bentuk logaritmik: $Y = \log X$
2. Menghitung harga rata-rata: $\bar{Y} = \frac{\sum_{l=1}^n \log X_l}{n}$
3. Menghitung harga simpangan baku: $S = \sqrt{\frac{\sum_{l=1}^n (\log X_l - \bar{Y})^2}{n-1}}$

4. Menghitung koefisien kemencengan: $G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \bar{Y})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$
5. Menghitung logaritma hujan dengan periode ulang T dengan persamaan:
 $Y_T = \bar{Y} + K \cdot s$ $K =$ variable standar, untuk X yang besarnya tergantung G.
6. Menentukan curah hujan dengan menghitung antilog Y.

Kemudian menghitung periode hujan ulang tahunan dalam kasus ini menggunakan periode hujan ulang tahunan pada 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun dengan Metode Mononobe: $I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}}$. Setelah itu melakukan pengujian data hujan dengan Uji Smirnov Kolmogorov dan menghitung Uji Chi Kuadrat.

2.1.5 Dimensi Pipa Air Hujan, Sumur Resapan, dan Saluran Drainase Pada gedung bertingkat memerlukan banyak air.

Semakin banyaknya penggunaan air tanah dengan jumlah yang besar lama kelamaan akan mengakibatkan penurunan permukaan air tanah, banyaknya gedung-gedung bertingkat juga merupakan factor yang menyebabkan persediaan air tanah semakin menipis, oleh karena itu perlu adanya pembuatan sumur resapan terutama di sekitaran gedung dan tempat yang ditutupi oleh perkerasan. Sehingga dengan adanya sumur resapan membantu menambah pasokan air tanah, sumur resapan disambungkan ke drainase sehingga jika sumur resapan penuh makan air otomatis akan dialirkan ke drainase terdekat. Perhitungan volume sumur resapan berdasarkan Juawana, 2005 dengan metode rasional, Rumus: $Q_{\text{hujan-max}}(\text{m}^3/\text{s}) = (0,278) \cdot C \cdot I(\text{mm}/\text{m}^2/\text{jam}) \cdot A(\text{km}^2)$. Untuk menentukan volume andil banjir, volume air hujan yang meresap, volume penampungan (storasi) air hujan, dan penentuan jumlah sumur resapan menggunakan pedoman SNI 03-2453-2002. Perancangan pipa dengan menggunakan Persamaan Hazen Williams, untuk drainase atap bidang datar dan horizontal menggunakan SNI 8153-2015. Untuk menentukan perencanaan drainase menggunakan penampang trapezium, kecepatan pengaliran Metode Manning.

2.2 Pembahasan

2.2.1 Analisis Kebutuhan Air

2.2.1.1 Kebutuhan Air Kolam Renang

1) Volume

1. Volume kolam renang dewasa

Kedalaman diasumsikan 1.5 meter

a. Bagian atas

$$p = 8 \text{ meter}$$

$$l = 8 \text{ meter}$$

$$t = 1.5 \text{ meter}$$

$$\text{Volume} = p \times l \times t$$

$$= 96 \text{ m}^3$$

b. Bagian bawah

$$p = 20 \text{ meter}$$

$$l = 8 \text{ meter}$$

$$t = 1.5 \text{ meter}$$

$$\text{Volume} = p \times l \times t$$

$$= 240 \text{ m}^3$$

$$\text{Total kolam renang dewasa} = 336 \text{ m}^3$$

2. Volume kolam renang anak-anak

Kedalaman diasumsikan 1 meter

$$p = 8 \text{ meter}$$

$$l = 5 \text{ meter}$$

$$t = 1 \text{ meter}$$

$$\text{Volume} = p \times l \times t$$

$$= 40 \text{ m}^3$$

Volume kolam renang keseluruhan

$$\text{Volume total} = 376 \text{ m}^3$$

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

Maka kehilangan air yang terjadi

$$\text{Dewasa} = 1\% \times 336$$

$$= 3.36 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Anak-anak} &= 1\% \times 40 \\ &= 0.4 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Proses resirkulasi kolam dilakukan 2x sehari

Sehingga volume air yang harus ditambahkan dalam waktu 1 hari

$$\begin{aligned} &= 3.36 + 0.4 \\ &= 3.76 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Total kebutuhan air untuk kolam renang, resirkulasi air kolam adalah

$$\begin{aligned} &= 376 + 3.76 \times 2 \\ &= 383.52 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 15.98 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

2.2.1.2 Kebutuhan Air Mushola

Luas Mushola

$$p = 8 \text{ meter}$$

$$l = 4 \text{ meter}$$

$$\text{Luas} = 32 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas area yang dipakai per orang} = 1.5 \text{ m}^2/\text{orang}$$

$$\text{Kapasitas mushola} = 21.3333$$

$$= 22 \text{ orang}$$

Waktu efektif 1 jam, waktu sholat 15 menit

$$\text{Turn over} = \frac{60 \text{ menit}}{15 \text{ menit}}$$

$$= 4 \text{ kali}$$

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

$$= 4 \text{ kali} \times 5 \times 22 \text{ orang}$$

$$= 440 \text{ orang}$$

$$\text{Asumsi kebutuhan air untuk mushola per hari} = 10$$

lt/orang/hari

$$\text{Total kebutuhan} = \text{kebutuhan air pengunjung} \times \text{jumlah}$$

pengunjung

$$= 4400 \text{ lt/hari}$$

$$= 4.4 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 0.183333 \text{ m}^3/\text{jam}$$

2.2.1.3 Berdasarkan Data Penghuni yang Tidak Diketahui

1. Luas Gedung Seluruhnya

Lantai 1 = 1808 m²

Lantai 2 = 1808 m²

Lantai 3 = 2129 m²

Lantai 4 = 2129 m²

Lantai 5 = 1792.98 m²

Lantai 6 = 2030.3 m²

Total = 11697.28 m²

2. Luas Gedung Efektif = 50% x Luas Total = 5848.64 m²

3. Kapadatan Penghuni = $\frac{\text{Luas gedung efektif}}{(5\text{ m}^2 - 10\text{ m}^2)/\text{orang}}$
 $= \frac{5848.64\text{ m}^2}{10\text{ m}^2} = 585\text{ orang}$

4. Pemakaian Air Rata-rata Sehari

Pemakaian air rata-rata orang per hari

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
		Mewah > 1000			(setiap tempat tidur pasien)
5	Rumah Sakit	Menengah 500-1000 Umum 350-500	8	45-48	Pasien luar : 8 liter Staf/pegawaai : 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, departement store)	3	8	55-60	Pemakaian air hanya untuk kakus, belum termasuk untuk bagian restorannya.

Gambar 2. 1 Pemakaian Air Rata-Rata Orang Per-hari

Apartemen = 250 ilter per orang/hari

Qd = Huniam x Pemakaian air sehari-hari
 $= 585\text{ orang} \times 250\text{ ilter per orang/hari}$
 $= 146250\text{ lt/hari}$
 $= 146.25\text{ m}^3/\text{hari}$

5. Antisipasi Kebocoran

$$\begin{aligned} Q \text{ kebocoran} &= 146250/\text{hari} \times 20\% \\ &= 29250 \text{ lt/hari} \\ &= Q_{\text{kebocoran}} + Q_d \\ &= 29250 \text{ lt/hari} + 146.25 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 175500 \text{ lt/hari} \\ &= 175.5 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

6. Pemakaian Air Rata-rata Efektif

$$\begin{aligned} Q_h &= \frac{Q_d \text{ total}}{T} \quad T = 8 \text{ jam/hari} \\ &= \frac{175.5 \text{ m}^3/\text{hari}}{8 \text{ jam/hari}} \\ &= 21.94 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

7. Pemakaian Air Jam Puncak

$Q_{h-\text{maks}} = C_1 \cdot Q_h$	$C_1 = \text{Konstanta} \rightarrow \text{berkisar antara } 1,5 - 2,0$
$Q_{h-\text{min}} = C_2 \cdot Q_h$	$C_2 = \text{Konstanta} \rightarrow \text{berkisar antara } 3,0 - 4,0$

$$\begin{aligned} Q_h &= C_1 \times Q_h \\ &= 2 \times 21.94 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 43.875 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 0.73125 \text{ m}^3/\text{menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_h &= C_2 \times Q_h \\ &= 3 \times 21.94 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 65.8125 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 1.096875 \text{ m}^3/\text{menit} \end{aligned}$$

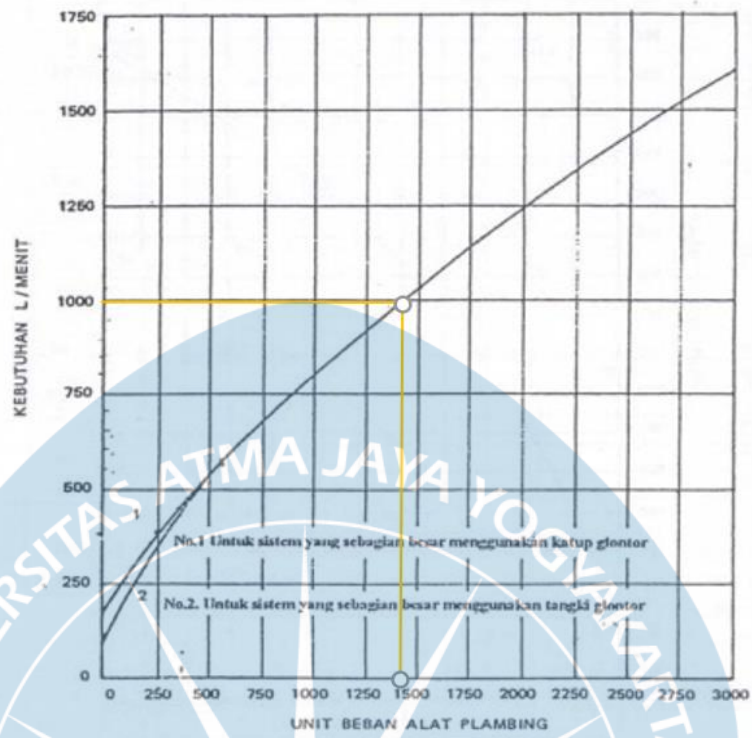
Analisis Berdasarkan Unit Beban Alat Plumbing (UBAP)

Tabel 2. 1 Unit beban alat plambing

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

Tabel 2. 2 Jenis dan Jumlah Alat Plambing Apartement

Jenis Alat Plambing	Jumlah Alat Plambing	Unit Beban Alat Plambing	Jumlah Unit Beban Alat Plambing
Kloset katup gelontor (Umum)	45	10	450
Kloset katup gelontor (Pribadi)	85	6	510
Bak cuci dapur (Umum)	4	2	8
Bak cuci dapur (Pribadi)	55	2	110
Bak cuci tangan (Umum)	34	2	68
Bak cuci tangan (Pribadi)	85	1	85
Shower	85	2	170
Bathtub	32	2	64
TOTAL			1465



Gambar 2. 2 Grafik Unit Beban Alat Plambing

Debit aliran air yang digunakan = 1000 lt/menit
 = 1 m³/menit
 = 60 m³/jam

2.2.1.4 Analisis Berdasarkan Jenis dan Jumlah Alat Plumbing

Tabel 2. 3 Tabel Pemakaian Air Harian Tiap Jenis Ubab

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 tergantung ukurannya	3	12	120-300	13-20	20	13-20
12	Bak mandi gaya jepang			30		20	20	20

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

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

Dimana : Y_n = Faktor pemakaian (%)

Y_1 = Jenis alat plumbing pada jumlah 1

Y_2 = Jenis alat plumbing pada jumlah 2

X_1 = Jumlah alat plumbing 1

X_2 = Jumlah alat plumbing 2

X_n = Jumlah alat plumbing yang akan dicari

Cara Interpolasi

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

Gambar 2. 3 Faktor Pemakaian (%) dan jumlah alat plumbing

Tabel 2. 4 Jumlah Pemakaian Air tiap Plumbing di Apartemen

Jenis Alat Plumbing	Jumlah Alat Plumbing	Pemakaian Air Rerata Sehari (Lt)	Penggunaan / Jam	Debit Aliran (Lt/Jam)	Faktor Pemakaian (%)	Qefektif (Lt/Jam)
Kloset katup gelontor (Umum)	45	16.5	12	8910	16	1425.6
Kloset katup gelontor (Pribadi)	85	16.5	12	16830	11	1851.3
Bak cuci dapur + Kran (Umum)	4	25	12	1200	75	900
Bak cuci dapur + Kran (Pribadi)	55	25	12	16500	35.75	5898.75
Bak cuci tangan + Kran (Umum)	34	10	12	4080	38.75	1581
Bak cuci tangan + Kran (Pribadi)	85	10	12	10200	34	3468
Bathtub	32	125	3	12000	40	4800
Shower	85	60	3	15300	34	5202
Total Qh						25126.65
						25.1 m ³ /jam
						0.4 m ³ /menit

Maka kebutuhan air harian total = kebutuhan air 6 lantai + kebutuhan ai kolam +
kebutuhan air mushola
= 60.04 m³/jam

2.2.2 Perancangan Isometri Perpipaan Air Bersih (tabel pipa)

- jumlah Alat Plumbing lantai 1

Tabel 2. 5 Jumlah Alat Plumbing Lantai 1

Notasi	Alat Plumbing							Jumlah
	Kloset	Urinoir	Wastafel	Kitchen Sink	Shower	Bathtub	Kran Mushola	
	2	2	1	1,5	2	4	2	
A1	1							2
A2	1							2
A3			1					1
A4	1		1					3
A5			1					1
A6			1					1
A7			1					1
A8			2					2
A9	1		3					5
A10		1						2
A11	1	1	3					7
A12		1						2
A13	1	2	3					9
A14	1	2	3					9
A15	1							2
A16	2	2	3					11
A17	1							2
A18	3	2	3					13
A19	1							2
A20	4	2	3					15
A21	1							2
A22	5	2	3					17
A23	1							2
A24	6	2	3					19
A25	1							2
A26	7	2	3					21
A27	1							2
A28	8	2	3					23
A29			1					1
A30			1					1
A31			1					1
A32			2					2
A33			1					1
A34			3					3
A35	8	2	6					26
A36	1							2
A37	1							2
A38	1							2

A39	2						4
A40	1						2
A41	3						6
A42			2				2
A43			2				2
A44			2				2
A45			4				4
A46		1					2
A47		1					2
A48		1					2
A49		2					4
A50	1						2
A51	1	2					6
A52	1			1			3,5
A53	2	2		1			9,5
A54	3						6
A55	3		4				10
A56	5	2	4	1			19,5
A57	13	4	10	1			45,5
B1			1				1
B2			1				1
B3			1				1
B4			2				2
B5			1				1
B6			3				3
B7			3				3
B8	1						2
B9	1		3				5
B10	1						2
B11	2		3				7
B12	1						2
B13	3		3				9
B14	1						2
B15	4		3				11
B16	1						2
B17	5		3				13
B18	1						2
B19	6		3				15
B20	1						2
B21	7		3				17
B22		1					2
B23	7	1	3				19
B24		1					2
B25	7	2	3				21
B26			1				1
B27			1				1
B28	1						2
B29			1				1

B30			1				1
B31			1				1
B32			2				2
B33	1		1				3
B34	8	2	6				26

- Dimensi Pipa

Tabel 2. 6 Dimensi Pipa Lantai 1

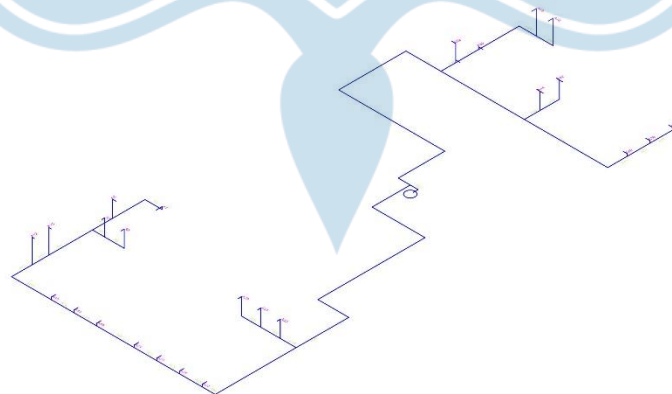
Notasi	Panjang Pipa (cm)	Panjang Pipa (m)	Dimensi Pipa (inci)
A1	25	0,25	3/4
A2	209	2,09	3/4
A3	85	0,85	3/4
A4	83	0,83	3/4
A5	85	0,85	3/4
A6	82	0,82	3/4
A7	85	0,85	3/4
A8	52	0,52	3/4
A9	83	0,83	3/4
A10	115	1,15	3/4
A11	70	0,7	3/4
A12	115	1,15	3/4
A13	87	0,87	3/4
A14	167	1,67	3/4
A15	25	0,25	3/4
A16	95	0,95	3/4
A17	25	0,25	3/4
A18	95	0,95	3/4
A19	25	0,25	3/4
A20	158	1,58	3/4
A21	25	0,25	3/4
A22	95	0,95	1
A23	25	0,25	3/4
A24	95	0,95	1
A25	25	0,25	3/4
A26	95	0,95	1
A27	25	0,25	3/4
A28	395	3,95	1
A29	85	0,85	3/4
A30	82	0,82	3/4

A31	85	0,85	3/4
A32	82	0,82	3/4
A33	85	0,85	3/4
A34	67	0,67	3/4
A35	1182	11,82	1
A36	25	0,25	3/4
A37	95	0,95	3/4
A38	25	0,25	3/4
A39	95	0,95	3/4
A40	25	0,25	3/4
A41	82	0,82	3/4
A42	100	1	3/4
A43	82	0,82	3/4
A44	100	1	3/4
A45	65	0,65	3/4
A46	115	1,15	3/4
A47	70	0,7	3/4
A48	115	1,15	3/4
A49	244	2,44	3/4
A50	25	0,25	3/4
A51	95	0,95	3/4
A52	100	1	3/4
A53	62	0,62	3/4
A54	350	3,5	3/4
A55	350	3,5	3/4
A56	147	1,47	1
A57	1007	10,07	1 1/4
B1	85	0,85	3/4
B2	81	0,81	3/4
B3	85	0,85	3/4
B4	81	0,81	3/4
B5	85	0,85	3/4
B6	409	4,09	3/4
B7	58	0,58	3/4
B8	25	0,25	3/4
B9	95	0,95	3/4
B10	25	0,25	3/4
B11	95	0,95	3/4
B12	25	0,25	3/4
B13	95	0,95	3/4
B14	25	0,25	3/4
B15	160	1,6	3/4
B16	25	0,25	3/4

B17	95	0,95	3/4
B18	25	0,25	3/4
B19	95	0,95	3/4
B20	25	0,25	3/4
B21	287	2,87	1
B22	115	1,15	3/4
B23	70	0,7	1
B24	115	1,15	3/4
B25	182	1,82	1
B26	85	0,85	3/4
B27	204	2,04	3/4
B28	85	0,85	3/4
B29	85	0,85	3/4
B30	81	0,81	3/4
B31	85	0,85	3/4
B32	66	0,66	3/4
B33	150	1,5	3/4
B34	1305	13,05	1

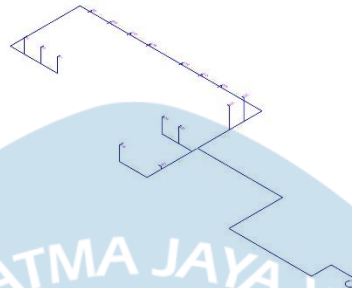
(Notasi lantai berikutnya tertera di lampiran)

2. Notasi isometri lantai 1 di Autocad
 - Reservoir A



Gambar 2. 4 Reservoir A Lantai 1

- Reservoir B



Gambar 2. 5 Reservoir B Lantai 1

(gambar lantai berikutnya tertera di lampiran)

2.2.3 Perhitungan Reservoir dan Pompa

2.2.3.1 Reservoir Bawah

Untuk menghitung reservoir bawah penulis menggunakan perhitungan dimensi *ground reservoir* berdasarkan rumus:

- Dihitung berdasarkan kapasitas pipa dinas (Q_s)

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

$$Qh = \text{Jumlah kebutuhan air rata-rata jam (m}^3\text{/jam)}$$

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

$$Qh = 21.9375 \text{ m}^3\text{/jam}$$

$$Q_s = \frac{2}{3} \times 21.9375 \text{ m}^3\text{/jam}$$

$$= 14.625 \text{ m}^3\text{/jam}$$

- Dihitung berdasarkan volume *ground reservoir*

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

$$Q_d = \text{Jumlah kebutuhan air per hari (m}^3\text{/hari)}$$

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

$$T = \text{Rata-rata jangka waktu pemakaian (jam/hari)}$$

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

$$Q_d = 146.25$$

$$Q_s = 14.625 \text{ m}^3/\text{jam}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Volume ground reservoir} &= [146.25 - (14.625 \times 8)] \\ &= 29.25 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

c. Ditentukan dimensi ground reservoir

$$p = 6.2 \text{ meter}$$

$$d = 2.5 \text{ meter}$$

$$t_{\text{total}} = 2.65 \text{ meter}$$

Jika 15% dari tinggi total

$$t_{\text{free board}} = \frac{15}{100} \times 2.65$$

$$= 0.4 \text{ meter}$$

$$t_{\text{efektif}} = t_{\text{total}} - t_{\text{free board}}$$

$$= 2.65 - 0.4$$

$$= 2.25 \text{ meter}$$

$$\text{Volume} = 30.43 \text{ m}^3$$

Menggunakan tangki pabrik yang berkapasitas 30 m³ dengan type GTH-30.

Model Horizontal					
No	Type	Diameter (cm)	Panjang (cm)	Tinggi (cm)	Volume Liter
1	GTH-4	135	280	150	4,000
2	GTH-5	135	350	150	5,000
3	GTH-6	150	350	165	6,000
4	GTH-7	150	400	165	7,000
5	GTH-8	150	460	165	8,000
6	GTH-9	175	520	190	9,000
7	GTH-10	175	420	190	10,000
8	GTH-12	175	500	190	12,000
9	GTH-15	175	630	190	15,000
10	GTH-17	200	550	215	17,000
11	GTH-20	200	650	215	20,000
12	GTH-25	225	650	240	25,000
13	GTH-30	250	620	265	30,000
14	GTH-35	250	750	265	35,000
15	GTH-40	250	830	265	40,000

Ukuran 40 - 1.000 M3 Bisa Langsung Hubungi Marketing Kami.

Gambar 2. 6 Dimensi Tanki Reservoir Bawah

2.2.3.2 Reservoir Atas

Perhitungan kebutuhan air bersih pada reservoir atas menggunakan perhitungan *grund reservoir* berdasarkan rumus.

a. Dihitung besarnya volume roof tank

$$V_e = [(Q_p - Q_h \text{ max}) T_p - (Q_{pu} \times T_{pu})]$$

$$Q_p = Q_{pu} = 0.73125 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$Q_h \text{ max} = 0.24375 \text{ m}^3/\text{jam}$$

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

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

$$V_e = 21.9375 \text{ m}^3$$

b. Ditentukan dimensi ground reservoir

$$p = 1.61 \text{ meter}$$

$$d = 0.95 \text{ meter}$$

$$t \text{ total} = 1.61 \text{ meter}$$

Jika 15% dari tinggi total

$$t \text{ free board} = \frac{15}{100} \times 1.61$$

$$= 0.24 \text{ meter}$$

$$t \text{ efektif} = t \text{ total} - t \text{ free board}$$

$$= 1.61 - 0.24$$

$$= 1.37 \text{ meter}$$

$$\text{Volume} = 1.14 \text{ m}^3$$

Menggunakan tangka pabrik yang berkapasitas 1.1 m^3 berjumlah 2 buah tangka.

STAINLESS STEEL AISI 304
TIRTA
www.anugerahajitama.co.id

ITEM	TINGGI TANGKI (mm)		DIAMETER (mm)		DIAMETER PIPA IN/OUTLET	VOLUME (LITER)	
	PK	TK	TANGKI	TUTUP KECIL		PK	TK
T. 500	1215	1082	700	405	3/4"	± 450	± 400
T. 1000	1255	1125	950	405	3/4"	± 850	± 750
T. 1200	1430	1315	950	405	3/4"	± 1000	± 900
T. 1500	1754	1610	950	405	3/4"	± 1200	± 1100
T. 1800	2020	1900	950	405	3/4"	± 1450	± 1350
T. 2000	2230	2110	950	405	3/4"	± 1600	± 1500

Tangki Tirta dikenal ringan, kuat, tahan lama, anti pecah serta mudah dibersihkan karena dilengkapi kaki penyangga yang kokoh

(031) 8959416 082220524447 anugerahajitama@gmail.com

Gambar 2. 7 Dimensi Tanki Reservoir Atas

2.2.3.3 Pompa

2.2.3.3.1 Perhitungan Daya Pompa

1. Kapasitas Pompa

$$\begin{aligned}
 Q &= 65.81 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 0.0183 \text{ m}^3/\text{s} \\
 &= 1.0969 \text{ m}^3/\text{menit}
 \end{aligned}$$

2. Head Statis (Ha)

$$Ha = 28 \text{ m}$$

3. Diameter Pompa

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

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{Q}{V} \\
 &= \frac{0.0167}{2} \\
 &= 0.009141
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d &= \sqrt{\frac{A \times 4}{\pi}} \\
 &= \sqrt{\frac{0.009141 \times 4}{\pi}} \\
 &= 0.108 \text{ m} \\
 &= 107.8805 \text{ mm} \\
 &= 110 \text{ mm (diameter pasaran)}
 \end{aligned}$$

4. Head Loss (Kehilangan Tekanan/hf)

$$C = 150 \text{ untuk pipa pvc, PE, PPR}$$

$$H_1 = 6.05 \times \frac{1.0969^{1.85}}{150^{1.85} \times 110^{4.87}} \times 10^5$$

$$= 6.05 \times \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} \times d^{4.87}} \times 10^5$$

$$= 0.000000007739 \text{ bar}$$

$$= 7.739 \times 10^{-6} \text{ m}$$

2.2.3.3.2 Kecepatan Aliran Sebenarnya

$$A = 0.009141 \text{ m}^2$$

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

$$= \frac{0.0183}{0.009141}$$

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

1. Head Velocity

$$H_v = \frac{V^2}{2 \times 9.81}$$

$$= \frac{2^2}{2 \times 9.81}$$

$$= 0.204 \text{ m}$$

2. Head Total

$$H = H_a + C_{23} + H_1$$

$$= 28 + 0.204 + 6.53 \times 10^{-6}$$

$$= 28.204 \text{ m}$$

2.2.3.3.3 Daya Pompa

$$P = \rho \times 9.81 \times Q \times H$$

$$= 998.23 \times 9.81 \times 0.0183 \times 28.204$$

$$= 6311,3811 \text{ watt}$$

$$= 6,3114 \text{ Kw}$$

2.2.3.3.4 Kehilangan Pemasukan (inlet) (hi)

$$k_0 = 0.5$$

$$h_i = k_0 \times \frac{V^2}{2 \times g}$$

$$= 0.5 \times \frac{2^2}{2 \times 9.81}$$

$$= 0.101937 \text{ m}$$

2.2.3.3.5 Kehilangan Pada Bagian Keluar (outlet)(ho)

$$\text{Pipa keluar (pipe exit)} = 1$$

$$\begin{aligned} h_o &= \text{pipe exit} \times \frac{v^2}{2 \times g} \\ &= 1 \times \frac{2^2}{2 \times 9.81} \\ &= 0.203874 \text{ m} \end{aligned}$$

2.2.3.3.6 Kehilangan Karena Belokan (he)

$$K = 0.64$$

$$\begin{aligned} h_b &= K \times \frac{v^2}{2 \times g} \\ &= 0.64 \times \frac{2^2}{2 \times 9.81} \\ &= 0.13048 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total } h_e &= h_i + h_o + h_b \\ &= 0.101937 + 0.203874 + 0.13048 \\ &= 0.4363 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H_{fsd} = h_f + h_e$$

$$\begin{aligned} H_{fsd} &= 0.8078 + 0.4363 \\ &= 1.244102 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Head velocity} &= \frac{v^2}{2 \times g} \\ &= \frac{2^2}{2 \times 9.81} \end{aligned}$$

$$= 0.204 \text{ m}$$

$$\text{Total head} = h_a + H_{fsd} + h_v$$

$$= 28 + 1.244102 + 0.204$$

$$= 29.4480 \text{ m}$$

Tabel 2. 7 Pemilihan Diameter Pipa PVC

I	DEBIT (L/det)												
	Ø: 16	20	25	32	40	50	63	75	90	110	125	160	50
0.001	0.010	0.021	0.039	0.076	0.143	0.262	0.522	0.833	1.361	2.345	3.300	6.376	11.580
0.002	0.016	0.031	0.058	0.114	0.212	0.388	0.768	1.224	1.995	3.430	4.821	9.291	
0.003	0.020	0.039	0.074	0.143	0.266	0.486	0.961	1.530	2.490	4.276	6.005	11.558	
0.004	0.023	0.046	0.087	0.168	0.313	0.570	1.125	1.790	2.912	4.995	7.021		
0.005	0.026	0.053	0.097	0.190	0.354	0.644	1.271	2.021	3.286	5.633	7.094		
0.006	0.029	0.059	0.109	0.211	0.391	0.712	1.404	2.231	3.625	6.212	8.714		
0.007	0.032	0.064	0.119	0.230	0.426	0.775	1.526	2.425	3.939	6.746	9.460		
0.008	0.035	0.069	0.128	0.247	0.458	0.833	1.641	2.606	4.231	7.244	10.157		
0.009	0.037	0.074	0.137	0.264	0.489	0.888	1.748	2.776	4.506	7.713	10.813		
0.010	0.039	0.078	0.145	0.280	0.518	0.941	1.851	2.938	4.767	8.158	11.434		
0.012	0.043	0.086	0.160	0.309	0.572	1.038	2.041	3.239	5.254	8.986			
0.014	0.047	0.094	0.175	0.336	0.622	1.128	2.217	3.517	5.703	9.750			
0.016	0.051	0.101	0.188	0.362	0.669	1.213	2.382	3.776	6.121	10.462			
0.018	0.055	0.108	0.200	0.386	0.713	1.292	2.536	4.020	6.515	11.131			
0.020	0.058	0.115	0.212	0.408	0.755	1.367	2.683	4.251	6.888				
0.025	0.066	0.130	0.240	0.461	0.851	1.540	3.020	4.784	7.747				
0.030	0.072	0.143	0.265	0.508	0.938	1.697	3.326	5.267	8.526				
0.035	0.079	0.156	0.288	0.552	1.019	1.842	3.608	5.711	9.243				
0.040	0.085	0.168	0.310	0.593	1.092	1.977	3.871	6.126	9.911				
0.045	0.091	0.179	0.330	0.632	1.165	2.104	4.119	6.516	10.540				
0.050	0.096	0.189	0.349	0.669	1.232	2.225	4.353	6.885	11.134				
0.055	0.101	0.199	0.367	0.703	1.295	2.339	4.576	7.236					
0.060	0.106	0.209	0.385	0.737	1.356	2.449	4.789	7.572					

Catatan: Ø = diameter nominal dalam (dalam mm); I = gradien hidrolis (dalam m/m)
 Sumber: Pedoman Teknis Proyek Air Bersih Perdesaan dengan Sistem Perpipaan dan Sumur Artesis (PAB-PPSA), Direktorat Jenderal Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum, 1985

2.2.4 Perencanaan Sistem Jaringan Air Hujan

1. Analisis Frekuensi Curah Hujan

a. Data curah Hujan Tahunan di Stasiun Kalijoho

Tabel 2. 8 Data Curah Hujan Tahunan di Stasiun Kalijoho

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

Dari Data di atas diketahui perhitungan Curah Hujan :

Rata-rata Max = 173 mm

Rata-rata keseluruhan = 111 mm

Rata-rata Min = 57 mm

b. Perhitungan Parameter Statistik Curah Hujan

Tabel 2. 9 Perhitungan Parameter Statistik Curah Hujan

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

Dari perhitungan di atas didapatkan :

Standar Deviasi (S) = 36,3

Koefisien Kemencengan (Cs) = 0,1

Koefisien Keruncingan (Ck) = 3,5

Koefisien Variasi (Cv) = 0,33

c. penentuan Jenis Distribusi yang sesuai

Tabel 2. 10 Jenis Distribusi yang sesuai

No	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan	Keterangan
1	Normal	$Cs \approx 0$ $Ck \approx 3$ $(x \pm s) = 68.27\%$ $(x \pm 2s) = 95.44\%$	$0,144 \leq 0$ $3,5327 \leq 3$ $147,29 \neq 68,27$ $111,0 \neq 95,44$	Tidak memenuhi
2	Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3Cv$ $Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$	$0,144 \neq 0,5493$ $3,5327 \neq 3,5413$	Tidak memenuhi
3	Gumbel Tipe I	$Cs \approx 1,1396$ $Ck \approx 5,4002$	$0,144 \leq 1,1396$ $3,5327 \leq 5,4002$	Tidak memenuhi

4	Log-Pearson tipe III	Selain dari nilai diatas	0,0000 = 0	Memenuhi
---	----------------------	--------------------------	------------	----------

d. perhitungan Log Person Tipe III

Tabel 2. 11 Perhitungan Log Person Tipe III

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

Dari perhitungan di atas, di dapatkan hasil :

Hujan Maksimum Rata-Rata (Log X rerata) = 2, 0453

Standar Deviasi (S) = 0,1542

Koefisien Variasi (Cv) = 0,0754

Koefisien Kemencengan (Cs) = -1,0350

Koefisien Keruncingan (Ck) = 2,0523

Y = Y rata2 + k . S persamaan menjadi log X = log Xrt + k . S

Tabel 2. 12 Perhitungan Hujan Max Periode Ulang

No	Periode Ulang (Tahun)	Peluang (%)	S log X	log X rata-rata	Cs	k (dari tabel faktor frekuensi)	Y = log X	X (hujan max periode ulang)
1	2	50	0,15416551	2,0453	1,03504904	0,169	2,0714436	117,8809538
2	5	20	0,15416551	2,0453	1,03504904	0,851	2,1764559	150,1259801
3	10	10	0,15416551	2,0453	1,03504904	1,121	2,2180870	165,2292628

e. Perhitungan Pengujian Data Hujan

- Uji Smirnov Kolmogorov

Tabel 2. 13 Uji Smirnov Kolmogorov

Tahun	n	Hujan (Xi)	Urutan Data Terbesar	P(x)	P (x<)	P'(x)	P'(x<)	D (P(x<)-P'(x<))
				(n/m+1)	(I-P(x))	(n/m-1)	(I-P'(x))	
1985	1	173	173	0,090909	0,909090909	0,111111	0,88888889	0,02020202
1986	2	84	151	0,181818	0,818181818	0,222222	0,77777778	0,04040404
1987	3	118	136	0,272727	0,727272727	0,333333	0,66666667	0,060606061
1988	4	113	118	0,363636	0,636363636	0,444444	0,55555556	0,080808081
1989	5	66	113	0,454545	0,545454545	0,555556	0,44444444	0,101010101
1990	6	57	108	0,545455	0,454545455	0,666667	0,33333333	0,121212121
1991	7	108	104	0,636364	0,363636364	0,777778	0,22222222	0,141414141
1992	8	151	84	0,727273	0,272727273	0,888889	0,11111111	0,161616162
1993	9	104	66	0,818182	0,181818182	1	0	0,181818182
1994	10	136	57	0,909091	0,090909091	1,111111	0,11111111	0,202020202

Di dapatkan :

Delta Peluang Maks (D Max) = 0,202

D Kritis = 0,409

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

- Uji Chi Kuadrat

X MIN	57	
X MAX	173	
K	1 + 3,322 log (n)	4,322
DK =	K - (R + 1)	2
DK = 2, (α) = 5 % dari Tabel 7.8. X² Cr = 5,991		
Ef	n/k	2
Δx	(X max - X min) / (K -1)	29
X Awal	X min - (0,5 Δx)	42,5

Tabel 2. 14 Uji Chi Kuadrat

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

Dari perhitungan didapatkan:

Nilai Chi-square hitung = 1,0

n (jumlah data) = 10

K = 5

Dof = 2

α = 0,05 = 5%

nilai Chi-square kritis = 3,8415

kesimpulan = 2,0 < 3,8415 maka hipotesa diterima

f. hasil dari perhitungan periode ulang

Tabel 2. 15 Perhitungan Periode Ulang

Periode Ulang (Tahun)	k	curah hujan maksimal
2	0,169	117,88095
5	0,851	150,12598
10	1,21	165,22926

2. Intensitas Hujan

- Intesitas hujan menggunakan metode Mononobe

Tabel 2. 16 Intensitas Hujan Metode Mononobe

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

Tabel 2. 17 Perhitungan Debit Intensitas Hujan Periode Ulang

No	Periode Ulang (Tahun)	Jam	I (Intensitas Hujan)	c	A (km2)	Q (m3/s)
1	2	1	41,0905	0,95	0,01628	0,1767
		2	25,8854	0,95	0,01628	0,1113
		3	19,7543	0,95	0,01628	0,0849
		4	16,3068	0,95	0,01628	0,0701
1	5	1	52,0846	0,95	0,01628	0,2239
		2	32,8113	0,95	0,01628	0,1411

		3	25,0397	0,95	0,01628	0,1077
		4	20,6698	0,95	0,01628	0,0889
1	10	1	57,0639	0,95	0,01628	0,2453
		2	35,9480	0,95	0,01628	0,1546
		3	27,4335	0,95	0,01628	0,1180
		4	22,6458	0,95	0,01628	0,0974

Diketahui :

$$\text{Luas Atap Sisi kiri} = 640 \text{ m}^2 = 0,00064 \text{ km}^2$$

$$\text{Luas Atap Sisi kanan} = 1044,8 \text{ m}^2 = 0,0010448 \text{ km}^2$$

$$\text{Luas Atap Total} = 1684,8 \text{ m}^2 = 0,0016848 \text{ km}^2$$

Luas Perkerasan sekeliling gedung

$$\text{Luas Sisi Timur} = 4125 \text{ m}^2 = 0,004125 \text{ km}^2$$

$$\text{Luas Sisi Barat} = 4125 \text{ m}^2 = 0,004125 \text{ km}^2$$

$$\text{Luas Sisi Utara} = 4015 \text{ m}^2 = 0,004015 \text{ km}^2$$

$$\text{Luas Sisi Selatan} = 4015 \text{ m}^2 = 0,004015 \text{ km}^2$$

2.2.5 Dimensi Pipa Air Hujan, Sumur Resapan, dan Saluran Drainase

1. Perhitungan Sumur Resapan

a. berdasarkan Juwana (2005)

$$\text{Luas Atap} = 1684,8 \text{ m}^2$$

$$\text{Data dari tabel : Volume sumur resapan} = 120 \text{ m}^3$$

$$\text{D pipa} = 8 \text{ inch} = 0,2032 \text{ m}$$

b. Berdasarkan SNI 2002

Volume Andil Banjir

$$\text{C tadah} = 0,95$$

$$\text{A tadah} = 1684,8 \text{ m}^2$$

$$\text{I} = 41,0905 \text{ mm/jam}$$

$$\text{R} = 118,526 \text{ l/m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Vab} = 145126 \text{ liter} = 145,126 \text{ m}^3$$

Volume Air Hujan yang Meresap

$$t_e = 0,9 \times R^{0,92} / 60$$

$$= 1,21338 \text{ jam}$$

$$A \text{ total} = \text{luas alas sumur} + \text{luas dinding sumur}$$

$$= 28,9733 \text{ m}^2$$

$$K = 0,6 \text{ m/hari (mempunyai jenis tanah pasir berlempung)}$$

$$V_{rsp} = te/24 \times A \text{ total} \times K$$

$$= 0,8789 \text{ m}^3$$

- Volume Penampungan (Storasi) Air Hujan

$$V \text{ Storasi} = V_{ab} - V_{rsp}$$

$$= 144,247 \text{ m}^3$$

- Penentuan Jumlah Sumur Resapan

$$H \text{ Sumur Rencana} = 3 \text{ m}$$

$$D \text{ Sumur} = 1,7 \text{ m}$$

$$\text{Luas Dinding Sumur} = 26,7035 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas Alas Sumur} = 2,2698 \text{ m}^2$$

$$H \text{ Total} = (V_{ab} - V_{rsp}) / A_h$$

$$= 63,5506$$

$$H \text{ Rencana} = 3 \text{ m} ; \text{dibutuhkan} = 21,1835 = 21 \text{ sumur}$$

2. Perhitungan Sumur Resapan

a. Menggunakan Persamaan Hazen Williams

$$A = 1684,8 \text{ m}^2 = 42,794 \text{ ha}$$

$$S = 1\%$$

$$c = 130$$

$$Q = 0,01828 \text{ m}^3/\text{detik} = 18,283 \text{ l/detik}$$

$$D = 0,002309 \text{ m}$$

$$Q = 2,8122 \text{ m}^3/\text{detik}$$

b. Dengan SNI 2015

1) Drainase Atap (kemiringan 1%)

Gedung sisi kiri (4 buah)

$$I = 41,091 \text{ mm/jam}$$

$$\text{Luas atap} = 160 \text{ m}^2$$

Dari tabel :

$$Q = 28,68 \text{ l/detik}$$

$$\text{Ukuran pipa} = 10 \text{ inci}$$

Gedung sisi kanan (4 buah)

$$I = 41,091 \text{ mm/jam}$$

$$\text{Luas atap} = 261,2 \text{ m}^2$$

Dari tabel :

$$Q = 28,68 \text{ l/detik}$$

$$\text{Ukuran pipa} = 10 \text{ inci}$$

3. Penencanaan Penampang Saluran Drainase

$$\text{Luas Perkerasan Sekitar Gedung} = 16280 \text{ m}^2$$

$$I = 41,0905 \text{ mm/jam}$$

$$C = 0,9$$

$$A \text{ tadah} = 0,01628 \text{ km}^2$$

$$Q = 0,0253 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$S = 1 \%$$

$$n = 0,015$$

Perhitungan Penampang

Q	0,025308122	m ³ /detik	
n	0,015	d/m ^{1/3}	
x=m	0,577350269	=	0,6
A	(B+my)y	=	(B+0,6y)y
P	B+2y(1+0,57735 ²) ^{1/2}	=	b+2,33h
R	A/P	=	(B+0,57735y)y/(b+2,33h)
S	1%	=	0,01
Q	= A/n x R ^{2/3} x S ^{1/2}		

$$0,025308122 = \left\{ \frac{(B+0,6y)y}{0,015} \right\} \times \left\{ \frac{(B+0,6y)y}{(b+2,33h)} \right\}^{2/3} \times 0,01^{1/2}$$

$$= \left\{ \frac{(B+0,6y)y}{(B+2,33y)} \right\}^{2/3} \times (B+0,6y)y \dots(1)$$

$$B+2mh = 2h \times (m^2+1)^{1/2}$$

$$B+2*0,6*y = 2y(x^2+1)^{1/2}$$

$$B+2*0,6*y = 2y(0,6^2+1)^{1/2}$$

$$B+1,2y = 2,33y$$

$$B = 1,13y \dots\dots\dots(2)$$

Substitusi Persamaan 1 dan 2

$$y = 0,1724 \text{ m}$$

$$B = 0,1948 \text{ m}$$

Tinggi Jagaan

$$W = (0,5y)^{1/2}$$

$$W = 0,2936 \text{ m}$$

Tinggi Total (D)

$$\begin{aligned} D &= y + W \\ &= 0,4660 \text{ m} \end{aligned}$$

a. Kecepatan Aliran

$$\text{Rumus : } V = C \times (R \times S)^{0,5}$$

$$R = 0,0862$$

$$n = 0,015$$

$$c = 44,3091$$

$$s = 1\%$$

$$v = 1,3009 \text{ m/s}$$

b. Penampang Trapesium

$$B = 0,1948 \text{ m}$$

$$y=h = 0,1724 \text{ m}$$

$$W = 0,2936 \text{ m}$$

$$D = 0,4660 \text{ m}$$

$$A = 0,0514 \text{ m}$$

$$P = 0,5965 \text{ m}$$

$$R = 0,0862 \text{ m}$$

