

BAB II

PERENCANAAN JARINGAN AIR BERSIH

2.1. Kebutuhan Air

Air bersih merupakan salah satu sumber daya yang penting bagi kehidupan manusia karena air dimanfaatkan untuk kehidupan sehari - hari. Oleh karena itu perlu diketahui kebutuhan air bersih dan sistem penyediaan air bersih yang perlu direncanakan agar mampu mengalirkan air sampai ke lokasi yang membutuhkan. Sistem penyediaan air bersih harus mampu memberikan jumlah air bersih yang cukup sehingga analisis kebutuhan air sangat penting. Penyediaan air bersih menggunakan sistem aliran tertutup menggunakan jaringan pipa atau sering disebut dengan istilah *plumbing*. Pada perhitungan kebutuhan air digunakan 3 metode yaitu metode jenis dan jumlah alat plambing, metode jumlah penghuni dan luas efektif dan metode unit beban alat plambing. (Noerbambang dan Morimura, 2005)

2.1.1. Berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing

Metode ini digunakan apabila kondisi pemakaian alat plambing diketahui serta jumlah alat plambing yang ada pada setiap ruangan. Metode ini memperhatikan data – data seperti pemakaian air rata – rata sehari, penggunaan per jam, debit aliran dan faktor pemakaian.

Tabel 2.1. Faktor Pemakaian (%) dan Jumlah Alat Plambing

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

Sumber: Noerbambang dan Morimura (2015)

Pada **tabel 2.1**, jenis alat plambing terbagi menjadi 2 yaitu, kloset dengan katup gelontor dan alat plambing biasa sebagai acuan faktor pemakaian alat plambing. Nilai jumlah alat plambing yang tidak tertera pada tabel, perlu adanya perhitungan interpolasi sehingga nilai faktor pemakaian didapatkan secara akurat.

Dengan mengetahui faktor pemakaian setiap jenis alat plambingnya, maka dapat dihitung pemakaian air rata-rata efektif dengan menggunakan data pemakaian rata – rata perhari, penggunaan perjam dari **tabel 2.2** berikut.

Tabel 2.2. Pemakaian Air Rata – Rata Per Orang Per Hari

No.	Nama alat plambing	Pemakaian air untuk penggunaan satu kali (liter)	Penggunaan per jam	Laju aliran (liter/min)	Waktu untuk pengisian (liter)	Pipa sambungan alat plambing (mm)	Pipa cabang air bersih ke alat plambing (mm)	
							Pipa baja	Tembaga
1	Kloset dengan katup gelontor	13,5-16,5	6-12	110-180	8,2-10	24	32	25
2	Kloset dengan tangki gelontor	13-15	6-12	15	60	13	20	13
3	Peterusan dengan katup gelontor	5	12-20	30	10	13	20	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	22,5-31,5 @ 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 (<i>Lavatory</i>)	10	6-12	15	40	13	20	13
8	Bak cuci dapur (<i>sink</i>) dengan keran 13 mm	15	6-12	15	60	13	20	13
9	Bak cuci dapur (<i>sink</i>) dengan keran 20 mm	25	6-12	25	60	20	20	20
10	Bak mandi rendam (<i>bath tub</i>)	125	3	30	250	20	20	20
11	pancuran mandi (<i>shower</i>)	24-60	3	12	120-300	13-20	20	13-20
12	Bak mandi gaya jepang	Tergantung ukurannya		30		20	20	20

Sumber: *Noerbambang dan Morimura (2015)*

Tabel 2.3 Hasil Perhitungan Jenis dan Jumlah Alat Plumbing

Lokasi	Jenis alat plumbing	Jumlah alat plumbing	Pemakaian air rata-rata sehari (liter)	Penggunaan per jam	Debit aliran/laju aliran air (liter/jam)	Faktor pemakaian (%)	Q Efektif (liter/jam)
Kantor Pengelola							
	Kloset	5	16.5	12	6.88	47.5	326.56
	Wastafel	4	10	12	3.33	75	250.00
	Sink	1	15	12	1.25	1	1.25
Pos Keamanan D							
	Kloset	2	16.5	12	2.75	50	137.50
	Wastafel	1	10	12	0.83	1	0.83
Pos Keamanan B							
	Kloset	2	16.5	12	2.75	50	137.50
	Wastafel	1	10	12	0.83	1	0.83
Lobby Penginapan							
	Kloset	9	16.5	12	12.38	37.5	464.06
	Wastafel	4	10	12	3.33	75	250.00
Restaurant							
	Kloset	4	16.5	12	5.50	50	275.00
	Wastafel	4	10	12	3.33	75	250.00
	Sink	1	15	12	1.25	1	1.25
Ruang Serbaguna							
	Kloset	7	16.5	12	9.63	42.5	409.06
	Wastafel	4	10	12	3.33	75	250.00
Ruang Teknisi							
	Kloset	2	16.5	12	2.75	50	137.50
	Wastafel	1	10	12	0.83	1	0.83
Ruang Servis							
	Kloset	5	16.5	12	6.88	47.5	326.56
	Sink	1	15	12	1.25	1	1.25
	Shower	4	60	3	80.00	75	6000.00
	Mesin cuci	6	60	3	120.00	85	10200.00
	Wastafel	4	10	12	3.33	75	250.00
Hunian Standar							
	Kloset	40	16.5	12	55.00	17	935.00
	Shower	40	60	3	800.00	39	31200.00
Hunian Suite							
	Kloset	10	16.5	12	13.75	35	481.25
	Shower	10	60	3	200.00	51.5	10300.00
Lobby Agroforestry							
	Kloset	8	16.5	12	11.00	40	440.00
	Wastafel	4	10	12	3.33	75	250.00
Pengolahan Jeruk							
	Sink	1	15	12	1.25	1	1.25
Ruang Bilas							
	Kloset	12	16.5	12	16.50	30	495.00
	Shower	16	60	3	320.00	45	14400.00
	Wastafel	8	10	12	6.67	55	366.67
Total qh (liter/jam)							78539.17

Tabel 2.3 di atas merupakan tabel perhitungan kebutuhan air berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing pada *agroforestry resort*. Dari Q efektif yang didapat sebesar 78539,16667 liter/jam, maka diperoleh data sebagai berikut:

T	= 8	jam
C1	= 2	
C2	= 3	
Qh	= 78539,1667	liter/jam
Qd	= 628313,3333	liter/hari
Qh-max	= 157078,3333	liter/jam
Qm-max	= 3926.9583	liter/menit

2.1.2. Berdasarkan jumlah penghuni

Untuk menghitung kebutuhan air berdasarkan jumlah penghuni dicari dengan 2 cara yaitu:

1. Jika data jumlah penghuni diketahui
2. Data penghuni tidak diketahui, sehingga dihitung berdasarkan luas gedung.

Pada proyek *agroforestry resort* data jumlah penghuninya diperkirakan sebanyak orang, sehingga untuk mencari kebutuhan airnya dapat menggunakan cara yang pertama. Adapun tahap - tahap untuk menghitung kebutuhan air berdasarkan jumlah penghuni pada proyek *agroforestry resort* adalah sebagai berikut:

1. Menghitung jumlah penghuni tiap bangunan

Tabel 2.4 Jumlah Penghuni Disetiap Bangunan

No,	Bangunan	Jumlah penghuni (orang)
1.	Hunian standar	80
2.	Hunian suite	20
3.	Kantor depan	28
4.	Kantor belakang	3
5.	Restaurant	15
6.	Lobby dan ruang serbaguna	165
7.	Pengolahan jeruk	5
Total		316

2. Menghitung pemakaian rata – rata per hari

Untuk mencari pemakaian rata-rata per hari perlu diketahui jenis gedung yang ditinjau. Pada **tabel 2.5** dapat dilihat pemakaian air rata-rata orang per hari berdasarkan jenis gedungnya.

Tabel 2.5. 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	Apartement	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	8-10	45-48	(setiap tempat tidur pasien)
		Menengah 500-1000			Pasien luar : 8 liter
		Umum 350-500			Staff/pegawai : 120 liter Keluarga pasien : 160 liter
6	Sekolah dasar	40	5	58-60	Guru : 100 liter
7	SLTP	50	6	58-60	Guru : 100 liter
8	SLTA dan lebih tinggi	80	6		Guru/dosen : 100 liter
9	Rumah-toko	100-200	8		Penghuninya : 160 liter
10	Gedung kantor	100	8	60-70	Setiap pegawai
11	Toserba	3	7	55-60	Pemakaian air hanya untuk kakus, belum termasuk untuk bagian restorannya
12	Pabrik/industri	Buruh pria : 60 Wanita : 100	8		Per orang, setiap giliran (kerja lebih dari 8 jam)
13	Stasiun/terminal	3	15		Setiap penumpang (yang tiba maupun berangkat)
14	Restoran	30	5		Untuk penghuni : 160 liter
15	Restoran umum	15	7	55-60	Untuk penghuni : 160 liter Pelayan : 100 liter
					70% dari jumlah tamu perlu 15 liter/orang untuk kakus, cuci tangan, dsb
16	Gedung pertunjukan	30	5	53-55	Digunakan siang dan malam, pemakaian air dihitung per penonton Jam pemakaian air dalam tabel adalah untuk satu kali pertunjukan
17	Gedung bioskop	10	3		-
18	Toko pengecer	40	6		Pedagang besar : 30 liter/tamu, 150 liter/staf atau 5 liter Per hari setiap m2 luas lantai
19	Hotel/penginapan	250-300	6	Untuk setiap tamu, untuk setiap staf 120-150 liter; penginapan 200 liter	
20	Gedung pebadatan	10	2	Didasarkan jumlah umat per hari	
21	Perpustakaan	25	6	Untuk setiap pembaca yang tinggal	
22	Bar	30	6	Setiap tamu	
23	Perkumpulan sosial	30		Setiap tamu	
24	Kelab malam	120-150		Setiap tempat duduk	
25	Gedung perkumpulan	150-200		Setiap tamu	
26	Laboratorium	100-200	8	Setiap staff	

Sumber: Noerbambang dan Morimura (2015)

Dari tabel di atas maka pemakaian air rata – rata pada proyek *agroforestry resort* adalah sebagai berikut:

Tabel 2.6 Pemakaian Air Rata – Rata Pada *Agroforestry Resort*

No,	Bangunan	Jumlah penghuni (orang)
1.	Hunian standar	250
2.	Hunian suite	250
3.	Kantor depan	100
4.	Kantor belakang	100
5.	Restaurant	30
6.	Lobby dan ruang serbaguna	150
7.	Pengolahan jeruk	100

Untuk mencari rata-rata pemakaian air keseluruhan di dalam kawasan resort dicari menggunakan persamaan

$$Qd = Hunian \times Pemakaian\ air\ per\ hari \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

Qd = Kebutuhan air bersih per hari (liter/hari)

Untuk mengetahui adanya kebocoran maka perlu dipertimbangkan debit kebocorannya dengan asumsi sebesar 20%. Adapun persamaan untuk mencari debit kebocorannya adalah

$$Q_{kebocoran} = Qd \times 20\% \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

$Q_{kebocoran}$ = Kebutuhan air untuk antisipasi kebocoran (liter/hari)

Qd = Kebutuhan air per hari (liter/hari)

Sehingga dari persamaan (2.1) dan persamaan (2.2) didapat Q total dengan menjumlahkan kebutuhan air keduanya, maka didapatkan Q total sebesar 34560 liter/hari atau 34,56 m³/hari.

3. Menghitung pemakaian rata – rata efektif (Qh)

Pemakaian rata-rata efektif dapat dicari dengan persamaan:

$$Qh = \frac{Qd\ total}{T} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

Qh = Kebutuhan air rata-rata efektif per jam (liter/jam)

T = Jangka waktu pemakaian air rata-rata per hari (8 jam/hari)

Berdasarkan persamaan yang ada di atas maka didapat pemakaian air rata-rata efektif pada proyek *agroforestry resort* sebesar 18623 liter/jam atau 18,623 m³/jam

4. Pemakaian air pada jam puncak

Pemakaian air jam puncak merupakan pemakaian air tertinggi dalam dalam kurun waktu satu hari. Hal ini perlu diperhitungkan agar kebutuhan air dapat terpenuhi.

Persamaan untuk mencari pemakaian air di jam puncak adalah:

$$Qh \max = C1 \times Qh \dots \dots \dots (2.4)$$

$$Qm \max = C2 \times Qh \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan:

$Qh \max$ = Pemakaian air jam puncak (liter/jam)

$Qm \max$ = Pemakaian air menit puncak (liter/menit)

$C1$ = 1,5 – 2,0

$C2$ = 3,0 – 4,0

Dari persamaan (2.4) dan (2.5) maka didapat:

$$Qh \max = 37246 \text{ liter/jam} = 37,246 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Qm \max = 931,15 \text{ liter/menit} = 0,9312 \text{ m}^3/\text{menit}$$

5. Menghitung kebutuhan air panas

Perhitungan kebutuhan air panas disesuaikan dengan letak *shower* pada bangunan. *Shower* terletak pada bangunan hunian standar dan hunian suite dengan total jumlah penghuni sebanyak 100 orang, mak menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$Qd = N \times qd \dots \dots \dots (2.6)$$

$$= 100 \times 150$$

$$= 15000 \text{ liter/hari}$$

$$Qh = Qd \times qh \dots \dots \dots (2.7)$$

$$= 15000 \times \frac{1}{7}$$

$$= 2142,8571 \text{ liter/jam}$$

Maka didapatkan kebutuhan air panas berdasarka jumlah penghuni sebesar 2142,8571 liter/jam

2.1.3. Berdasarkan unit beban alat plambing (UBAP)

Analisis kebutuhan air dengan metode UBAP memperhatikan jenis alat plambing yang ada di dalam tiap bangunan. Jenis alat plambing beserta nilai UBAP-nya dapat dilihat pada tabel 2.7.

Tabel 2.7. Unit Beban Alat Plambing

Perlengkapan atau peralatan	Ukura pipa cabang minimum (inchi)	Pribadi (UBAP)	Umum (UBAP)	Tempat berkumpul (UBAP)
Bak rendam atau kombinasi bak dan <i>shower</i>	1/2	4,0	4,0	-
Bak rendam dengan katup 3/4 inchi	3/4	10,0	10,0	-
Bidet	1/2	1,0	-	-
Pencuci pakaian	1/2	4,0	4,0	-
Unit dental	1/2	-	1,0	-
Pencuci piring, rumah tangga	1/2	1,5	1,5	-
Pancuran air minum, air pendingin	1/2	0,5	0,5	0,75
<i>Hose bibb</i>	1/2	2,5	2,5	-
<i>Hose bibb, tiap pertambahan</i>	1/2	1,0	1,0	-
<i>Lavatory</i>	1/2	1,0	1,0	1,0
<i>Sprinkler</i> halaman	-	1,0	1,0	-
<i>Sink</i> /Bak				-
- Bar	1/2	1,0	2,0	-
- Kran klinik	1/2	-	3,0	-
Katup gelontor klinik dan atau tanpa pencuci piring	1	-	8,0	-
Dapur, rumah tangga dengan atau tanpa pencuci piring	1/2	1,5	1,5	-
- <i>Laundry</i>	1/2	1,5	1,5	-
- Bak pel	1/2	1,5	3,0	-
Cuci muka, tiap set - kran	1/2	-	2,0	-
<i>Shower</i>	1/2	2,0	2,0	-
Urinal, katup gelontor 3,8 LPF (liter per <i>flush</i>)	3/4	Lihat catatan		-
Urinal, angki pembilas	1/2	2,0	2,0	3,0

Lanjutan Tabel 2.7 Unit Beban Alat Plumbing

Perlengkapan atau peralatan	Ukura pipa cabang minimum (inci)	Pribadi (UBAP)	Umum (UBAP)	Tempat berkumpul (UBAP)
Pancuran cuci, <i>spray</i> sirkular	3/4	-	4,0	-
Kloset, tangkai gravitasi 6LPF (liter per <i>flush</i>)	1/2	2,5	2,5	3,5
Kloset, tangkai meter air 6LPF (liter per <i>flush</i>)	1/2	2,5	2,5	3,5
Kloset, katup meter air 6 LPF (liter per <i>flush</i>)	1	Lihat catatan		-
Kloset, tangki gravitasi > 6LPF (liter per <i>flush</i>)	1/2	3,0	5,5	7,0
Kloset, flushometer > 6LPF (liter per <i>flush</i>)	1	Lihat catatan		-

Sumber: Standar Nasional Indonesia (SNI) 8153-2015

Setelah mendapatkan data yang diperlukan, dilakukan perhitungan jumlah unit alat plumbing yang ada di proyek *agroforestry resort* pada **tabel 2.8**.

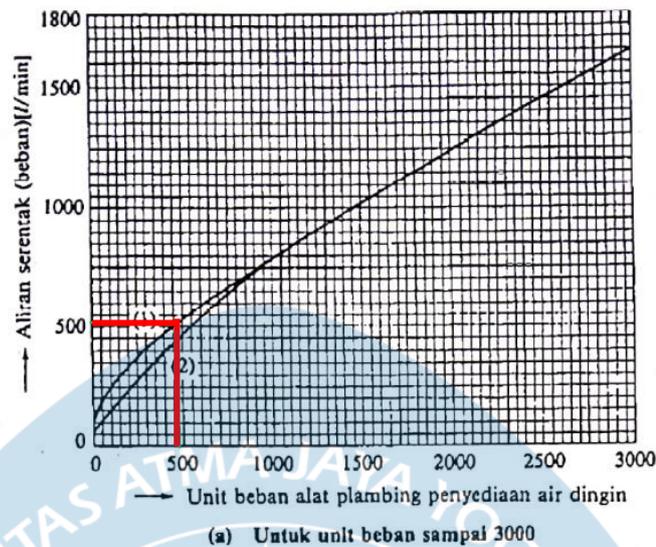
Tabel 2.8. Perhitungan UBAP

Bangunan	Jenis alat plumbing	Jumlah alat plumbing	Unit beban alat plumbing	Jumlah unit beban alat plumbing
Kantor Pengelola				
	Kloset	5	2.5	12.5
	Wastafel	4	1	4
	Sink	1	1.5	1.5
Pos Keamanan D				
	Kloset	2	2.5	5
	Wastafel	1	1	1
Pos Keamanan B				
	Kloset	2	2.5	5
	Wastafel	1	1	1
Lobby Penginapan				
	Kloset	9	2.5	22.5
	Wastafel	4	1	4
Restaurant				
	Kloset	4	2.5	10
	Wastafel	4	1	4
	Sink	1	1.5	1.5

Lanjutan Tabel 2.8 Perhitungan UBAP

Bangunan	Jenis alat plambing	Jumlah alat plambing	Unit beban alat plambing	Jumlah unit beban alat plambing
Ruang Serbaguna				
	Kloset	7	2.5	17.5
	Wastafel	4	1	4
Ruang Teknisi				
	Kloset	2	2.5	5
	Wastafel	1	1	1
Ruang Servis				
	Kloset	5	2.5	12.5
	Wastafel	4	1	4
	Sink	1	1.5	1.5
	Shower	4	2	8
	Mesin cuci	4	4	16
Hunian Standar				
	Kloset	40	2.5	100
	Shower	40	2	80
Hunian Suite				
	Kloset	10	2.5	25
	Shower	10	2	20
Lobby Agroforestry				
	Kloset	8	2.5	20
	Wastafel	4	1	4
Pengolahan Jeruk				
	Sink	1	1.5	1.5
Kolam Renang				
	Kloset	12	2.5	30
	Shower	16	2	32
	Wastafel	8	1	8
			Jumlah	462

Setelah mengetahui jumlah UBAP pada setiap jenis alat plambing, maka dapat dicari kebutuhan air dengan menginputkan jumlah UBAP yang didapatkan ke kurva. Jumlah UBAP yang didapatkan sejumlah 462, maka digunakan kurva perkiraan kebutuhan air sampai dengan nilai 3000 yang dapat dilihat pada **gambar 2.1** dibawah ini.



Gambar 2.1 Kurva Kebutuhan Air untuk UBAP

Berdasarkan hasil kurva perhitungan beban kebutuhan air untuk UBAP diatas maka didapatkan debit aliran yang digunakan sebesar 520 liter/menit. Dari data kebutuhan air jam puncak yang diperoleh, maka didapat data:

T	= 8	jam
Q _m	= 520	liter/menit
Q _h	= 31200	liter/jam

2.1.4. Kebutuhan air kolam renang dan ruang bilas

Kebutuhan air kolam renang dapat diperhitungkan sebagai berikut:

- Menghitung volume kolam renang
 - Volume kolam renang dewasa + anak = 368 m³
 - Volume kolam renang di hunian suite = 168,3 m³
 - Volume total = 536,3 m³
- Menghitung kehilangan air dan evaporasi dengan asumsi sebesar 1% dari volume kolam

Kehilangan	= 1% x 536,3
	= 5,363 m ³ /hari
- Total kebutuhan air kolam renang

Volume air kolam renang + asumsi kehilangan	= 536,3 + 5,363
	= 541,663 m ³ /hari
	= 45,1386 m ³ /jam

Kebutuhan air pada ruang bilas dapat diperhitungkan sebagai berikut:

1. Menghitung luas kolam
 - a. Luas kolam dewasa = 250 m²
Luas terpakai per orang dewasa = 7,63 m
 - b. Luas kolam anak = 36 m²
Luas terpakai per orang anak = 1 m
 - c. Kapasitas kolam dewasa = $\frac{250}{7,63} = 32,81 \approx 33 \text{ orang}$
 - d. Kapasitas kolam anak = $\frac{36}{1} = 36 \text{ anak}$
2. Total Pengunjung
Waktu efektif = 6 jam
Pergantian = 2 jam
Turn over = 3 kali
Total = $(33 + 36) \times 3 = 207 \text{ orang}$
3. Total kebutuhan air untuk ruang bilas
Kebutuhan air setelah berenang adalah 10 liter/orang/hari. (Juwana) Maka total kebutuhan air untuk ruang bilas sebesar 2070 liter/hari atau 86,25 liter/jam

2.1.5. Kebutuhan air area hijau

Area hijau merupakan sebuah lahan yang terbentang luas dan ditumbuhi banyak tumbuhan dan pohon yang bisa hidup selama bertahun-tahun serta dilengkapi dengan fasilitas yang menunjang fungsi area hijau tersebut. Pada proyek *agroforestry resort* ini terdapat 2 area hijau adalah sebagai berikut:

1. Area *agroforestry*

Agroforestry merupakan manajemen pemanfaatan lahan seara optimal dan lestari dengan cara mengkombinasikan kegiatan kehutanan dan pertanian pada unit pengolahan sosial, ekonomi dan budaya masyarakat. Pohon yang ditanam pada area *agroforestry* adalah pohon jeruk. Perhitungan kebutuhan air untuk pohon jeruk dihitung berdasarkan aturan FAO (*Food and Agriculture Organization*). Jenis pohon jeruk yang ditanam adalah jeruk keprok batu 55 dengan luas lahan 8000 m². Jarak antar pohon sebesar 25 m² sehingga jumlah pohon sebesar 320 pohon. Berikut perhitungan kebutuhan airnya:

Tabel 2.9 Kebutuhan Air Area *Agroforestry*

Citrus	4.2	mm/hari
Waktu tumbuh	240-365	hari
	365	hari
Kebutuhan air total	900-1200	mm/total
	1200	mm
Kebutuhan air per pohon	32877	mm/hari
Jumlah pohon	320	buah
KA TOTAL AF	1052,0548	mm/hari
	43,8356	liter/jam

Maka, dari perhitungan di atas diperoleh kebutuhan air untuk area *agroforestry* adalah 1052,0548 mm/hari atau 43,8356 liter/jam.

2. Area taman

Area taman terdapat di beberapa titik pada kawasan *resort*. Tanaman yang di tanam pada beberapa titik terdiri dari pohon cemara, pohon palem, dadap merah, pohon trembesi, rumput dan pohon jeruk (di luar area *agroforestry*). Kebutuhan air setiap jenis tanaman disesuaikan dengan kebutuhan air pohon jeruk pada FAO. Kebutuhan air masing-masing tanaman terdapat pada Tabel 2.10 berikut ini.

Tabel 2.10 Kebutuhan Air Masing-Masing Tanaman

Jenis tanaman	Kebutuhan air	Jumlah tanaman	Kebutuhan air total	
			mm ³ /hari	liter/jam
Pohon cemara	0.9041	114	103,0685	4,2945
Pohon palem	0.9041	21	18,9863	0,7911
Dadap merah	32.877	15	49,3151	2,0548
Pohon trembesi	0.7397	82	60,6575	2,5274
Rumput	0.8219	1647500	1354109,5890	56421,2329
Pohon jeruk	32.877	19	62,4658	2,6027

Untuk perhitungan jumlah tanaman rumput menggunakan luas area rumput yaitu 4118,75 m². Sehingga total kebutuhan air untuk area tanaman sebesar 56433,50342 liter/jam.

2.1.6. Rekap Kebutuhan Air

Perhitungan kebutuhan air di analisis menggunakan 3 metode, kemudian dipilih hasil akhir yang bernilai maksimal, sehingga metode UBAP yang digunakan untuk perhitungan kebutuhan air khusus untuk area bangunan yang ada di kawasan *resort*. Untuk area bangunan sudah diketahui kebutuhan airnya, selanjutnya menghitung kebutuhan air di kolam renang yang berjumlah 12 kolam renang dimana 10 kolam renang khusus di hunian suite dan 2 kolam renang untuk umum yang dilengkapi dengan ruang bilas. Kemudian menghitung kebutuhan air untuk kebun *Agroforestry* yang merupakan kebun pohon jeruk keprok batu 55 dan kebutuhan air tanaman di taman yang terletak pada beberapa area kawasan.

Dari perhitungan kebutuhan air dari proyek *agroforestry resort* tersebut, didapatkan rekap data kebutuhan air pada tabel 2.11 berikut.

Tabel 2.11 Rekap Data Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan Air	Q (liter/jam)
Berdasarkan UBAP	31200
Kolam renang	45138,58
Ruang bilas	86,25
<i>Agroforestry</i>	43,8356
Tanaman	56433,50

2.2. Reservoir

Reservoir merupakan tempat yang digunakan untuk menampung air bersih pada sistem penyediaan air bersih. *Reservoir* berfungsi agar dapat menyeimbangkan antara kebutuhan debit produksi dan juga debit pemakaian air. hal ini dikarenakan debit produksi tidak selalu sama besarnya dengan debit pemakaian. Jika debit pemakaian lebih kecil dibanding debit produksi, maka kelebihan air dapat disimpan sementara di dalam *reservoir*. Pada proyek *agroforestry* ini, sistem *reservoir* yang digunakan ada 2 jenis yaitu sistem tangki bawah dan sistem tangki atas.

1. Tangki bawah (*ground water tank*)

Air yang telah dipompa pada tangki bawah, kemudian dipompakan ke dalam tangki yang tertutup untuk disalurkan ke seluruh bangunan. Berikut adalah langkah – langkah untuk menghitung tangki bawah.

a. Menghitung besarnya kapasitas pipa dinas

Volume tangki bawah dihitung dengan rumus:

$$Q_s = \frac{2}{3} Qh \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan:

- Q_s = Kapasitas pipa dinas (m³/jam)
- Qh = Jumlah kebutuhan air rata-rata per jam (m³/jam)

b. Menghitung besarnya volume tangki bawah.

Volume tangki bawah dihitung dengan rumus :

$$Volume\ tangki\ bawah = [Qd - (Qs \times T)] \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan:

- Qd = Jumlah kebutuhan air per hari (m³/hari)
- Qs = Kapasitas pipa dinas (m³/jam)
- T = Rata-rata jangka waktu pemakaian (jam/hari)

Tabel di bawah ini merupakan hasil perhitungan tangki bawah pada agroforestry resort.

Tabel 2.12 Hasil Perhitungan Tangki Bawah

Bagian	Area	Ve / Vr diambil (m3)	Jumlah Tangki (buah)	Dimensi Tangki (m)			Jenis Tangki	Luas area tangki (m2)
				p	l	h		
Bawah	Area <i>agroforesty</i>	905	10	6	4	5	Precast	240.00
	Area depan	1115	10	6	5	5	Precast	300.00
	Area kolam renang	365	4	6	4	5	Precast	96.00
	Area belakang	370	4	5.5	4.5	5	Precast	99.00
	Area amphiteater	905	10	6	4	5	Precast	240.00

Berikut ini adalah contoh perhitungan volume tangki bawah pada area depan.

Diketahui:

Total kebutuhan air = 30690 liter/jam.

$$Q_s = \frac{2}{3} \times 30690 = 20460 \text{ liter/ jam}$$

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

$$Q_d = \frac{Q_h}{2} \times 24 = 368280 \text{ liter/hari}$$

Maka,

$$V_r = [Q_d - (Q_s \times T)] = 204600 \text{ liter}$$

$$= 204,6 \text{ m}^3$$

$$V_r \text{ agroforestry} = 905 \text{ m}^3$$

$$V_r \text{ hunian standar 1,2,3} = 3 \text{ m}^3$$

$$V_r \text{ restaurant} = 0,2 \text{ m}^3$$

$$V_r \text{ total} = 1112,8 \text{ m}^3 \rightarrow \text{diambil } 1115 \text{ m}^3$$

c. Menentukan dimensi tangki bawah

Berikut ini adalah contoh perhitungan dimensi tangki bawah pada area depan

$$\text{Jumlah tangki} = 10 \text{ buah}$$

Dimensi tangki:

$$V_{\text{air}} = \frac{1115}{10} = 111,5 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{udara}} = 20\% \times 111,5 = 22,3 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{precast}} = 10\% \times 111,5 = 11,15 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{total}} = 144,95 \text{ m}^3$$

Sehingga digunakan tangki precast dengan dimensi 6 x 5 x 5 m.

2. Tangki atas (*roof tank*)

Penyediaan air bersih pada sistem ini, air yang akan digunakan ditampung terlebih dahulu pada tangki bawah. Kemudian dari tangki bawah dipompakan ke tangki atas yang biasa diletakkan di lantai tertinggi bangunan. Selanjutnya dari tangki atas ini lah air disalurkan bangunan. Berikut adalah langkah – langkah untuk menghitung tangki atas.

a. Menghitung besarnya volume *roof tank*

Roof tank dapat diartikan sebagai penampungan air yang terletak di lantai tertinggi bangunan dan digunakan sesuai dengan kebutuhan. Untuk mencari volume *roof tank* dapat dihitung dengan rumus:

$$V_E = [(Q_p - Q_{hmax}) \times T_p - (Q_{pu} \times T_{pu})] \dots \dots \dots (2.10)$$

Keterangan:

$$V_E = \text{Volume efektif } \textit{roof tank} \text{ (m}^3\text{)}$$

$Q_p = Q_m \text{ max}$	= Kebutuhan puncak (m^3/menit)
$Q_h \text{ max}$	= Kebutuhan jam puncak (m^3/menit)
Q_{pu}	= Kapasitas pompa pengisi (m^3/menit)
T_p	= Jangka waktu kebutuhan jam puncak (menit)
T_{pu}	= Jangka waktu kerja pompa pengisi (menit)

Tabel di bawah ini merupakan hasil perhitungan tangki bawah pada *agroforestry resort*.

Tabel 2.13 Hasil Perhitungan Tangki Atas

Bagian	Area	V_e / V_r diambil (m^3)	Jumlah Tangki (buah)	Jumlah Bangunan (buah)	Total tangki dibutuhkan (buah)	Dimensi Tangki (m)				Jenis Tangki	Kapasitas Tangki (liter)	Luas area tangki (m^2)
						p	l	h	d			
Atas	Hunian Standar	1	1	5	5	1,37	1,25	0,95		Penguin TE-50	1000	1.71
	Hunian Suite	0,2	1	10	10			0,87	0,69	Penguin TB-33	300	0.37
	Restaurant	0,2	1	1	1			0,87	0,69	Penguin TB-33	300	0.37

Berikut ini adalah contoh perhitungan *roof tank* pada restaurant.

Diketahui:

$$Q_h \text{ max} = 216 \text{ liter/jam}$$

$$Q \text{ max} = 3,6 \text{ liter/menit}$$

$$Q_p = \frac{Q_{\text{max}}}{2} \times 3 = 5 \text{ liter/menit}$$

$$Q_{pu} = 3,6 \text{ liter/menit}$$

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

$$T_{pu} = 30 \text{ menit}$$

Maka,

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

$$V_E = [(5 - 216) \times 30 - (3,6 \times 30)]$$

$$V_E = 162 \text{ liter}$$

$$= 0,162 \text{ m}^3 \rightarrow \text{diambil } V_E = 0,2 \text{ m}^3$$

b. Menentukan dimensi *roof tank*

Tangki yang dipilih adalah merk Penguin TE-50 sebanyak 1 tangki dengan volume 300 liter. Berikut ini adalah contoh perhitungan dimensi tangki bawah pada bangunan restaurant.

$$h \text{ maks} = 1,4 \text{ m (sesuai tinggi bangunan)}$$

$$h = 0,87 \text{ m}$$

$$\text{he free board} = 0,87 \times 20\% = 0,174 \text{ m}$$

$$h \text{ efektif} = 0,87 - 0,174 = 0,696 \text{ m}$$

$$d = 0,69 \text{ m}$$

Sehingga didapatkan diameter tangki 0,69 m dan tinggi tangki 0,87 m.

2.3. Pipa Air Bersih

Pipa digunakan sebagai media untuk mengalirkan air bersih ke semua lokasi yang membutuhkan air bersih sehingga membentuk suatu sistem yang perlu direncanakan yaitu sistem jaringan pipa. Untuk menentukan dimensi pipa yang digunakan untuk melayani kebutuhan air bersih digunakan tahapan sebagai berikut:

1. Menentukan posisi *shaft*

Shaft merupakan sebuah lubang menerus atau vertikal antara lantai satu ke lantai lainnya yang berfungsi untuk meletakkan saluran-saluran pipa

2. Untuk mempermudah menentukan dimensi pipanya maka dibuat isometri pipa di masing – masing UBAP, dapat dilihat pada Gambar 2.2 dibawah.

3. Pada gambar isometri diberi notasi dari titik terjauh *shaft*

4. Menghitung jumlah UBAP yang ada di dalam setiap bangunan

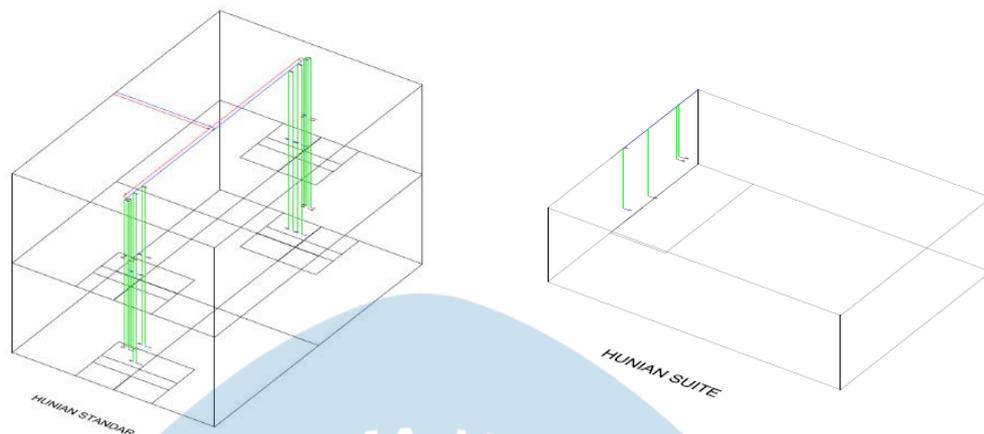
5. Menghitung panjang pipa tiap percabangannya

6. Menentukan diameter pipa masing – masing dengan memperhatikan beberapa parameter seperti panjang maksimum yang diperbolehkan, tekanan air dan jumlah UBAP. Ukuran pipa air dapat dilihat pada tabel 2.14 berikut.

Tabel 2.14 Ukuran Pipa Air dan Tekanan 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	305
UBAP untuk Rentang Tekanan 21 sampai 31,50 mka																
¾	½	6	5	4	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
¾	¾	16	16	14	12	9	6	5	5	4	4	3	2	2	2	1
¾	1	29	25	23	21	17	15	13	12	10	8	6	6	6	6	6
1	1	36	31	27	25	20	17	15	13	12	10	8	6	6	6	6
¾	1¼	36	33	31	28	24	23	21	19	17	16	13	12	12	11	11
1	1¼	54	47	42	38	32	28	25	23	19	17	14	12	12	11	11
1½	1¼	78	68	57	48	38	32	28	25	21	18	15	12	12	11	11
1	1½	85	84	79	65	56	48	43	38	32	28	26	22	21	20	20
1½	1½	150	124	105	91	70	57	49	45	36	31	26	23	21	20	20
2	1½	151	129	129	110	80	64	53	46	38	32	27	23	21	20	20
1	2	85	85	85	85	85	85	82	80	66	61	57	52	49	46	43
1½	2	220	205	190	176	155	138	127	120	104	85	70	61	57	54	51
2	2	370	327	292	265	217	185	164	147	124	96	70	61	57	54	51
2	2½	445	418	390	370	330	300	280	265	240	220	198	175	158	143	133

Sumber: Tabel 4, SNI 8153:2015



Gambar 2.2 Contoh Isometri Pipa Pada Bangunan

2.4. Pompa

Pompa merupakan peralatan yang berfungsi untuk memindahkan atau menaikkan air dari satu tempat ke tempat yang lainnya dengan cara mengubah energi mekanik menjadi energi tekan. Daya pompa dapat diartikan sebagai tenaga yang dibutuhkan untuk mengalirkan air. Berikut merupakan cara perhitungan daya pompa.

1. Kapasitas pompa

Kapasitas pompa yang dipakai adalah sesuai dengan kebutuhan air pada saat jam puncak.

2. Menghitung *head statis*

Head statis pompa merupakan selisih atau perbedaan ketinggian antara permukaan sisi tekan dengan sisi hisap.

3. Diameter pompa

Diameter pompa berfungsi untuk mengalirkan air dari tangki yang ada di bawah menuju tangki atas. Untuk mengetahui diameter pompa yang akan digunakan, maka dilakukan perhitungan dengan rumus:

$$A = \frac{1}{4} \pi d^2 \quad \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan:

A = Luas permukaan (m²)

d = Diameter (m)

4. *Head loss*

Head loss digunakan untuk menghitung kerugian aliran yang terdapat di dalam pipa yaitu berupa kehilangan tekanan. Kehilangan tekanan dibedakan menjadi 2 yaitu *mayor loss* dan *minor loss*

a. *Mayor loss*

Mayor loss atau kehilangan energi primer kehilangan yang terjadi di sepanjang pipa dikarenakan adanya gaya gesek yang terjadi dengan pipa. Untuk menghitung kehilangan tekanan pipa major losses ini dapat dicari menggunakan rumus:

$$H_f = \frac{10,67 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times d^{4,97}} \times L \dots \dots \dots (2.12)$$

Keterangan:

H_f = kehilangan tekanan (m)

C = Kofisien pipa (pipa PVC, PE, PPR = 150)

Q = Debit air (liter/s)

d = Diameter pipa (mm)

L = Panjang instalasi pipa (m)

b. *Minor loss*

Minor losses dapat diartikan sebagai suatu kehilangan yang terjadi pada titik – titik tertentu pipa dikarenakan adanya perubahan penampang, sambungan, belokan, dan yang lainnnya. Untuk mencari minor losses dicari dengan persamaan:

$$H_f = k \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (2.13)$$

Keterangan:

H_f = Kehilangan tekanan (m)

k = Besarnya *minor head loss*

v = Kecepatan aliran (m/s)

g = Gaya gravitasi (m/s²)

5. Mencari kecepatan aliran sebenarnya

Kecepatan aliran sebenarnya dicari dengan membagi kapasitas pompa dengan luas permukaan pompa.

6. *Head velocity*

Adanya *head velocity* disebabkan karena adanya perbedaan antara kedua permukaan. Untuk mencari besarnya *head velocity* digunakan persamaan:

$$Hv = \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan:

Hv = Head velocity (m)

v = Kecepatan aliran (m/s)

g = Gaya gravitasi (m/s²)

7. Head total

Head total merupakan besarnya head terkecil yang harus tersedia oleh pompa agar dapat mengalirkan air sesuai dengan yang diinginkan. Adapun persamaan untuk mencari head total adalah sebagai berikut:

$$H = ha + Hv + hf \text{ total} \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan:

H = Head total (m)

ha = Head statis pompa (m)

Hv = Head velocity (m)

8. Daya pompa

Untuk menghitung besarnya daya pompa dapat dicari dengan persamaan:

$$Hv = \frac{\rho \times g \times Q \times H}{80\%} \dots\dots\dots(2.16)$$

Keterangan:

P = Daya pompa (watt)

ρ = Massa jenis air (998,23 kg/m³)

g = Percepatan gravitasi (9,8 m/s²)

Q = Kapasitas pompa (m³/s)

H = Head total (m)

Contoh perhitungan daya pompa pada GT depan – pengolahan jeruk, adalah sebagai berikut:

Kapasitas pompa:

$$Q_{pu} = 0,06374065449$$

Head statis

$$H_a = 0.24$$

Diameter

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

$$A = \frac{Q_{pu}}{V} = 0,03187032725$$

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

$$d = 0,2 \text{ m} = 8''$$

Mayor loss

$$L = 360,9126 \text{ m}$$

$$h_f = 0,1261849864$$

$$C = 150$$

Minor loss

$$h = 1,610126402$$

Kecepatan aliran sebenarnya

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

$$A = 0,03142 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{Q_{pu}}{A}$$

$$V = 2,028928048 \text{ m/s}$$

Head velocity

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

$$h_v = \frac{v^2}{2 \times g} = 0,2098139155$$

Head total

$$H = h_f + h + h_v + h_a$$

$$= 2,186125304 \text{ m}$$

Perhitungan daya pompa

$$\rho = 998,23$$

$$Q_{pu} = 0,06374065449 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H = 2,186125304 \text{ m}$$

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

Efisiensi pompa = 80%

$$P = \frac{\rho \times Q_{pu} \times H \times g}{\text{Efisiensi pompa}}$$

$$= 1,705694337 \text{ kWatt}$$

Tabel 2.15 Rekap Perhitungan Pompa

No.	Keterangan	Headloss		Daya pompa (watt)
		Mayor	Minor	
1	GT Depan - Pengolahan Jeruk	0,1262	1,6101	1705,6943
2	GT Blkg - GT KR - KR Suite 8	0,0226	12,4874	23114,2320
3	GT Blkg - H Suite 10	0,1238	2,4837	23955,1433
4	RT - UBAP LT 1 H Standar J1	0,0963	1,4529	32,7278
5	RT - UBAP LT 1 Restaurant H1	0,1304	1,4529	7,1116
6	RT - UBAP LT 1 H Suite O1	0,0300	4,9147	2,7591

Perhitungan dibawah ini untuk menentukan pompa yang digunakan pada GT depan – pengolahan jeruk membutuhkan pompa booster atau tidak:

$$L = 360,9126 \text{ m}$$

$$C = 150$$

$$hf \text{ total} = 2,18613 \text{ m}$$

$$d = 8'' = 200 \text{ mm}$$

$$Q = \frac{hf \text{ total} \times C^{1,85} \times \left(\frac{d}{1000}\right)^{4,85}}{(10,666 \times L)^{1,85}}$$

$$= 0,038834 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

$$= 0,0314159$$

$$V = 1,24 \text{ m/s}$$

Karena $V=1,24 < V=2$ telah memenuhi syarat, maka tidak membutuhkan pompa booster. Setelah melakukan perhitungan seperti diatas pada tiap *groundwater tank* dan *roof tank* yang ada di kawasan *resort*, disimpulkan bahwa tiap hasil perhitungan telah memenuhi syarat sehingga pompa *booster* tidak diperlukan.

2.5. Jaringan Air Hujan

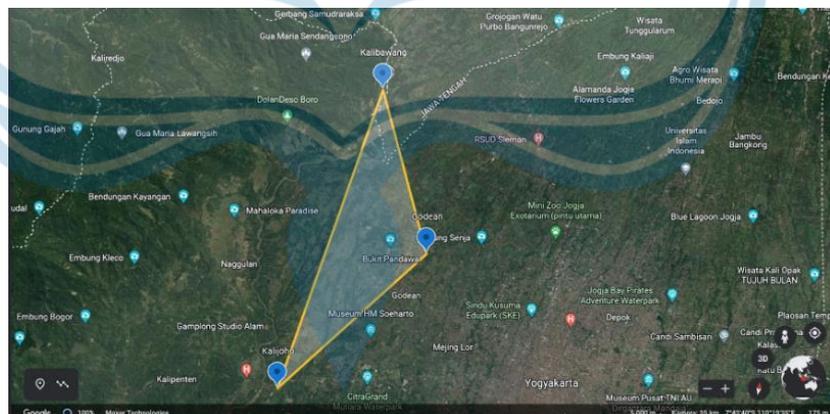
Air hujan yang jatuh pada kawasan gedung perlu dikelola dengan baik agar tidak terjadi banjir dan masalah lainnya. Perencanaan sistem jaringan hujan perlu mempersiapkan area tangkapan dan sarana pelimpah air. Untuk itu perlu diketahui intensitas hujan yang akan jatuh di kawasan tersebut.

2.5.1. Curah hujan

Curah hujan merupakan ketinggian air yang terkumpul dalam penakar hujan pada tempat yang datar, tidak menyerap, tidak meresap dan tidak mengalir, dengan satuan tinggi milimeter. Perhitungan curah hujan yang akan digunakan untuk perencanaan dimulai dengan memilih stasiun hujan yang akan digunakan. Stasiun hujan berfungsi untuk mencatat hujan yang terjadi setiap hari, sehingga data hujan ini penting untuk merencanakan hujan yang dianggap mewakili suatu lokasi. Data hujan yang dipilih merupakan data hujan yang terjadi selama 10 tahun karena dianggap mewakili perancangan. Data yang ada juga harus dianalisis menggunakan analisis frekuensi untuk memilih metode distribusi yang sesuai dan juga untuk melihat data yang ada memiliki sebaran yang sesuai persyaratan.

1. Pemilihan stasiun hujan

Pada proyek *agroforestry resort*, lokasi yang ditinjau berada di Desa Oro – Oro Ombo, Kota Batu, Jawa Timur. Maka, data-data stasiun hujan yang digunakan seharusnya berada di Kota Batu. Namun, karena kondisi tidak memungkinkan, pada perhitungan curah hujan menggunakan data hujan yang ada di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Stasiun hujan yang dipilih, yaitu Stasiun Kalibawang, Stasiun Kalijoho dan Stasiun Godean.



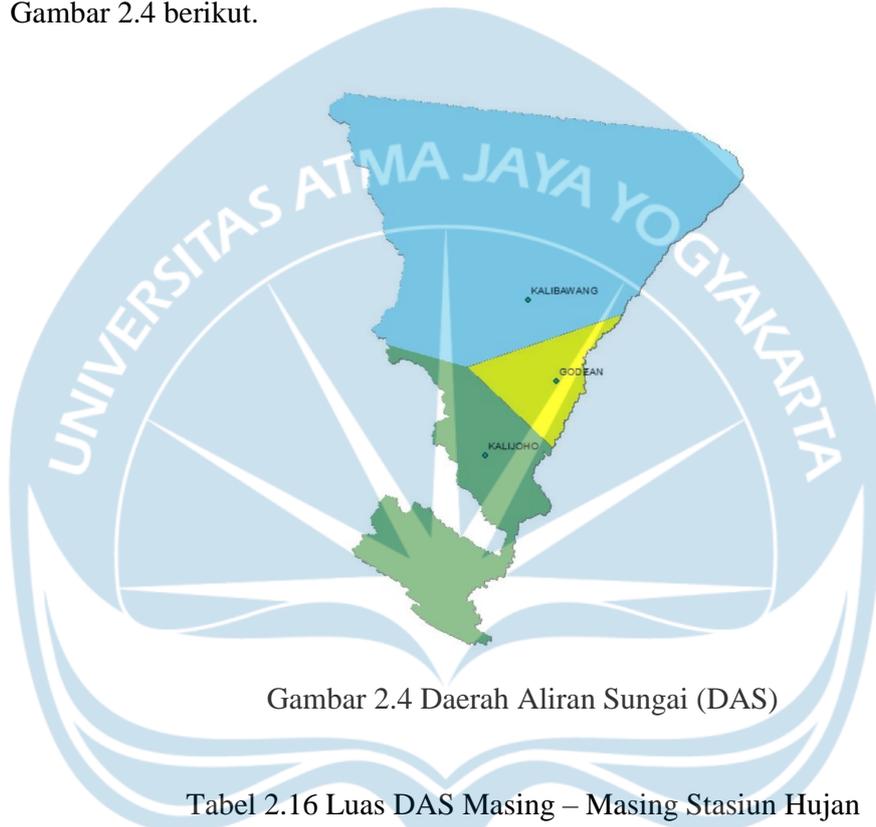
Gambar 2.3 Lokasi Stasiun Hujan

2. Pengecekan data hujan

Setelah didapat lokasi stasiun hujan yang akan digunakan untuk perancangan, langkah selanjutnya adalah pemilihan data hujan yang akan dipakai. Data hujan yang akan dipakai adalah data hujan selama 10 tahun, yaitu dari tahun 1985 sampai tahun 1994. Perlu diketahui bahwa data hujan yang didapat dari stasiun terpilih terkadang hilang sehingga perlu dilakukan perhitungan terhadap data hujan yang hilang tersebut.

3. Perhitungan curah hujan maksimum tahunan

Curah hujan maksimum dihitung menggunakan metode *polygon thiessen*. Sebelum melakukan perhitungan, perlu dicari data hujan terbesar dari masing – masing stasiun pada masing – masing tahun yang ditinjau. Setelah itu, perlu dicari luas DAS (Daerah Aliran Sungai) dengan metode *polygon thiessen* pada masing – masing stasiun dengan bantuan aplikasi ArcGIS. DAS yang didapat dari aplikasi ArcGIS dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut.



Gambar 2.4 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Tabel 2.16 Luas DAS Masing – Masing Stasiun Hujan

Nama Stasiun	Luas (km ²)
Kalibawang	439,2934
Kalijoho	1317,9504
Godean	151,2313
Luas Total	1908,4751

Tabel 2.16 merupakan luas DAS masing – masing stasiun hujan. Setelah itu dilakukan perhitungan curah hujan maksimum tahunan seperti yang terdapat pada Tabel 2.17

Tabel 2.17 Curah Hujan Rerata dengan Metode *Polygon Thiessen*

Luas (km ²)	% Fase Luas	Kalijoho		Kalibawang		Godean		Curah Hujan Rerata	
		Luas	% Luasan	Luas	% Luasan	Luas	% Luasan	mm	mm
Tahun	Tanggal	P1	P1*B1	P2	P2*B2	P3	P3*B3	Total P*B	Harian (Max per Tahun)
1908	19,085	439	23,018	1318	69,058	151	7,924		
1985	4 Desember	173	3982,119	1	69,058	2	15,848	40,670	86,955
	28 April	11	257,802	122	8425,048	2	12,679	86,955	
	28 Februari	29	676,730	0	0,000	175	1386,734	20,635	
1986	15 Desember	84	1933,515	4	276,231	25	201,275	24,110	83,672
	7 November	0	0,000	115	7941,644	54	425,529	83,672	
	24 Maret	68	1565,226	18	1243,040	92	729,026	35,373	
1987	13 Januari	118	2716,128	55	3798,177	62	494,470	70,088	104,989
	3 Januari	58	1335,046	124	8563,164	76	600,654	104,989	
	5 Desember	31	708,955	103	7112,951	89	705,253	85,272	
1988	12 Januari	113	2601,038	11	759,635	101	802,721	41,634	111,327
	24 Januari	18	407,419	141	9737,146	125	988,147	111,327	
	4 Februari	57	1307,424	6	414,347	126	998,449	27,202	
1989	12 Juni	66	1519,190	49	3383,831	26	206,822	51,098	72,285
	4 April	1	32,225	104	7182,008	2	14,264	72,285	
	9 Maret	6	135,806	0	0,000	115	911,283	10,471	
1990	20 Desember	57	1312,028	57	3936,293	0	0,000	52,483	52,483
	3 April	0	9,207	60	4143,466	0	2,377	41,551	
	3 Juli	1	13,811	0	6,906	104	824,116	8,448	
1992	30 Mei	151	3475,723	14	966,809	0	0,000	44,425	86,321
	10 April	90	2071,623	95	6560,488	0	0,000	86,321	
	9 April	21	474,171	30	2071,733	90	713,178	32,591	
1993	24 Desember	104	2393,875	3	172,644	0	0,000	25,665	55,799
	16 April	2	55,243	80	5524,622	0	0,000	55,799	
	10 Maret	15	352,176	19	1312,098	98	776,571	24,408	
1994	14 November	136	3130,452	0	0,000	0	0,000	31,305	61,190
	8 Maret	0	0,000	87	6008,026	14	110,939	61,190	
	1 Maret	3	64,450	11	759,635	75	594,315	14,184	

Dari perhitungan pada tabel di atas, maka didapatkan curah hujan maksimum tahunan pada Tabel 2.18 berikut.

Tabel 2.18 Curah Hujan Maksimum Tahunan

Tahun	Curah Hujan Rerata Max
1985	86,955
1986	83,672
1987	104,989
1988	111,327
1989	72,285
1990	52,483
1991	147,356
1992	86,321
1993	55,799
1994	61,190

2.5.2. Analisis frekuensi

Analisis frekuensi dilakukan untuk menentukan jenis distribusi yang akan dipakai untuk mencari kala ulang dan debit maksimumnya. Pada Tabel 2.19 merupakan tabel bantuan yang akan digunakan untuk menghitung parameter statistik, yaitu nilai standar deviasi (S), koefisien kemiringan (Cs), koefisien keruncingan (Ck) dan koefisien variasi (Cv).

Tabel 2.19 Parameter Statistik Curah Hujan

Tahun	n	Hujan (Xi)	(Xi-Xrt)	(Xi-Xrt) ²	(Xi-Xrt) ³	(Xi-Xrt) ⁴
1985	1	86,96	0,72	0,52	0,37	0,27
1986	2	83,67	-2,57	6,58	-16,89	43,35
1987	3	104,99	18,75	351,60	6592,85	123622,40
1988	4	111,33	25,09	629,48	15793,38	396247,62
1989	5	72,28	-13,95	194,68	-2716,26	37899,15
1990	6	52,48	-33,75	1139,36	-38458,51	1298145,39
1991	7	147,36	61,12	3735,46	228305,40	13953663,49
1992	8	86,32	0,08	0,01	0,00	0,00
1993	9	55,80	-30,44	926,53	-28202,71	858461,98
1994	10	61,19	-25,05	627,40	-15715,16	393633,23
TOTAL		862,38	0,00	7611,62	165582,45	17061716,87
Rerata		86,24				

Dari hasil perhitungan parameter statistik curah hujan, maka dapat dicari nilai standar deviasi (S), koefisien kemencengan (Cs), koefisien keruncingan atau kortusis (Ck) dan koefisien variasi (Cv).

1. Standar Deviasi (S)

Standar deviasi adalah nilai sebaran yang digunakan untuk menentukan seberapa jauh data statistik menyimpang. Standar deviasi dapat dicari dengan persamaan:

$$\begin{aligned} S &= \left[\frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{1/2} \dots\dots\dots(2.17) \\ &= \left[\frac{1}{(10-1)} (7611,62) \right]^{1/2} \\ &= 29,0815 \end{aligned}$$

Keterangan:

S = standar deviasi

X_i = Nilai varian

\bar{x} = Nilai rata-rata

n = Jumlah data

2. Koefisien Kemencengan (Cs)

Koefisien kemencengan merupakan nilai yang dapat menunjukkan jenis distribusi yang memiliki derajat ketidaksimetrisan. Untuk menghitung koefisien kemencengan dapat menggunakan persamaan di bawah ini:

$$\begin{aligned} Cs &= \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^3 \dots\dots\dots(2.18) \\ &= \frac{10 \times 123959,1385}{(10-1) \times (10-2) \times 29,0815^3} \\ &= 0,9350 \end{aligned}$$

Keterangan:

Cs = Koefisien kemencengan

X_i = Nilai varian

\bar{x} = Nilai rata-rata

S = Standar deviasi

n = Jumlah data

3. Koefisien Keruncingan (Ck)

Koefisien keruncingan digunakan untuk mengukur keruncingan suatu kurva distribusi. Persamaan untuk mencari koefisien keruncingan adalah:

$$\begin{aligned} Ck &= \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i - \bar{x}}{S} \right)^4 \dots\dots\dots(2.19) \\ &= \frac{10(10+1)}{(10-1)(10-2)(10-3)} \times (29,0815)^4 \\ &= 4,7329 \end{aligned}$$

Keterangan:

Ck= Koefisien keruncingan

Xi = Nilai varian

\bar{x} = Nilai rata-rata

S = Standar deviasi

n = Jumlah data

4. Koefisien Variasi (Cv)

Koefisien variasi merupakan suatu nilai perbandingan antara standar deviasi dengan nilai rata-rata. Untuk menghitung koefisien variasi dapat menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned}
 Cv &= \frac{s}{\bar{x}} \dots\dots\dots (2.20) \\
 &= \frac{29,0815}{86,2376} \\
 &= 0,3372
 \end{aligned}$$

Keterangan:

Cv= Koefisien variasi

S = Standar deviasi

\bar{x} = Nilai rata-rata

Berdasarkan perhitungan diatas maka didapatkan nilai-nilai berikut yang selanjutnya disesuaikan dengan syarat masing-masing jenis distribusi yaitu distribusi normal, log normal, gumbel dan log pearson III yang dapat dilihat pada Tabel 2.20.

1. Standar Deviasi (S) = 29,0815
2. Koefisien Kemencengan (Cs) = 0,9350
3. Koefisien Keruncingan (Ck) = 4,7329
4. Koefisien Variasi (Cv) = 0,3372

Tabel 2.20 Penentuan Jenis Distribusi

No.	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan			Keterangan
1	Normal	$C_s \approx 0$	0,9350	\approx	0	Tidak Memenuhi
		$C_k \approx 3$	4,7329	\approx	3	
		$(X \pm S) = 68,27\%$	115,3192	$>$	0,6827	
		$(X \pm 2S) = 95,44\%$	144,4007	$>$	0,9544	
2	Gumbel Tipe I	$C_s = 1,1396$	0,9350	$<$	1,1396	Tidak Memenuhi
		$C_k = 5,4002$	4,7329	$<$	5,4002	
3	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$	-0,3234	$<$	0,2246	Tidak Memenuhi
		$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	1,6948	$<$	3,0898	
4	Log Pearson Tipe III	Selain dari nilai diatas				Memenuhi
		$C_s \neq 0$	-0,3234	\neq	0	

2.5.3. Pengujian sebaran data hujan

Untuk mengetahui bahwa data distribusi frekuensi sudah sesuai dengan sampel data yang telah didapat terhadap fungsi distribusi yang diperkirakan, maka diperlukan uji sebaran data hujan. Untuk itu dilakukan pengujian menggunakan 2 metode statistik, yaitu Uji Smirnov-Kolmogorov dan Uji Chi Kuadrat.

1. Uji Smirnov Kolmogorov

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui besarnya penyimpangan data. Berikut merupakan langkah-langkah untuk melakukan pengujian Smirnov Kolmogorov:

- Urutkan data dari yang terbesar ke yang terkecil atau sebaliknya dan tentukan peluang masing-masing data
- Dari hasil penggambaran data urutkan nilai masing-masing peluang teoritis
- Dari kedua nilai peluang, tentukan selisih terbesarnya antar peluang pengamatan dengan teoritis.

Tabel 2.21 Nilai Kritis Do untuk Uji Smirnov Kolmogorov

N	Derajat kepercayaan (α)			
	0,2	0,1	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,3	0,34	0,4
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,2	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N>50	$\frac{1,07}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

Sumber : Bambang Triatmodjo (2010)

Tabel 2.22 Hasil Uji Smirnov Kolmogorov

Tahun	n	Hujan (Xi)	P (x)	P (x<)	P'(x)	P'(x<)	D (P (x<)-P'(x<))
			(n/(m+1))	(1-P(x))	(n/(m-1))	(1-P'(x))	
1985	1	86,9553	0,0909	0,9091	0,1111	0,8889	0,0202
1986	2	83,6717	0,1818	0,8182	0,2222	0,7778	0,0404
1987	3	104,9886	0,2727	0,7273	0,3333	0,6667	0,0606
1988	4	111,3271	0,3636	0,6364	0,4444	0,5556	0,0808
1989	5	72,2850	0,4545	0,5455	0,5556	0,4444	0,1010
1990	6	52,4832	0,5455	0,4545	0,6667	0,3333	0,1212
1991	7	147,3561	0,6364	0,3636	0,7778	0,2222	0,1414
1992	8	86,3211	0,7273	0,2727	0,8889	0,1111	0,1616
1993	9	55,7987	0,8182	0,1818	1,0000	0,0000	0,1818
1994	10	61,1896	0,9091	0,0909	1,1111	-0,1111	0,2020

Tabel 2.22 di atas merupakan hasil uji smirnov kolmogorov, maka dapat menghitung D maksimum dan D kritis dengan perhitungan sebagai berikut:

$$D \text{ maksimum} = P(Xn) - P'(Xn) \\ = 0,2020$$

$$D \text{ kritis} = \alpha - D \text{ maksimum} \\ = 0,41 - 0,2020 \\ = 0,6120$$

Dapat disimpulkan bahwa :

D maks < D kritis, maka hipotesa frekuensi sebaran diterima dari Tabel D kritis Smirnov (derajat kepercayaan 5%, n=10)

2. Uji Chi Kuadrat

Tujuan dari Uji Chi Kuadrat untuk mengetahui bahwa metode Log Pearson II yang dipakai dapat mewakili distribusi statistik sampel data. Uji Chi Kuadrat menggunakan parameter X^2 yang dapat dihitung dengan persamaan:

$$X^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_f - E_f)}{E_f} \dots\dots\dots (2.21)$$

Keterangan:

X^2 = Parameter chi kuadrat terhitung

G = Jumlah sub kelompok

O_f = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke-

E_f = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-1

Berdasarkan persamaan yang ada di atas, maka dapat dilakukan perhitungan Uji Chi Kuadrat yang dapat dilihat pada Tabel 2.23 di bawah ini.

$$X \text{ maksimum} = 147,3561$$

$$X \text{ minimum} = 52,4832$$

$$N = 10$$

$$K = 1 + 3,322 \log (n) = 4,3220$$

$$E_f = \frac{10}{4,3220} = 2,3137$$

$$R = 2$$

$$DK \text{ (derajat kebebasan)} = 4,3220 - (2 + 1) \\ = 1,3220$$

Maka dilakukan interpolasi nilai chi square kritis, dengan:

$$\alpha = 0,05 \quad \text{maka didapatkan nilai } X^2 = 4,9160$$

$$Dx = \frac{(X \text{ max} - X \text{ min})}{(K-1)} = \frac{(147,3561 - 52,4832)}{4,3220 - 1} \\ = 28,5590$$

$$X_{\text{awal}} = X \text{ min} - (0,5 Dx) \\ = 52,4832 - (0,5 \times 28,5590) \\ = 38,2037$$

Tabel 2.23 Hasil Uji Chi Kuadrat

No.	Nilai Batasan			Of	(Of-Ef) ²	(Of-Ef) ² /Ef
1	38,2037	< X <	66,7627	3	0,4709	0,2035
2	66,7627	< X <	95,3216	4	2,8435	1,2289
3	95,3216	< X <	123,8806	2	0,0984	0,0425
4	123,8806	< X <	152,4395	1	1,7259	0,7459
TOTAL				10		22.210

Tabel 2.24 Syarat Uji Chi Kuadrat

Syarat			Keterangan	
Nilai Chi Square Hitung	<	Nilai Chi Square Kritis	Memenuhi	Hipotesa Diterima
22.210	<	49.160		

Berdasarkan Tabel 2.24 Di atas maka dapat disimpulkan bahwa syarat memenuhi dan hipotesa diterima

2.5.4. Periode ulang

Periode ulang merupakan waktu hipotetik hujan dimana suatu besaran akan disamai atau dilampaui. Besarnya debit hujan yang dipakai untuk fasilitas drainase tergantung pada interval kejadian atau periode ulang yang dipakai. Pada Tabel 2.25 Dapat dilihat periode ulang 2, 5, dan 10 tahunan.

Tabel 2.25 Curah Hujan Maksimum Periode Ulang

Periode Ulang (Tahun)	Hujan (mm)
2	83,6805
5	109,2684
10	124,2924

2.5.5. Intensitas hujan dengan Metode Mononobe

Jika diketahui data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung menggunakan persamaan mononobe.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(2.22)$$

Keterangan:

I = Intensitas hujan (mm/jam)

T = Lamanya hujan (jam)

R_{24} = curah hujan maksimum harian (mm)

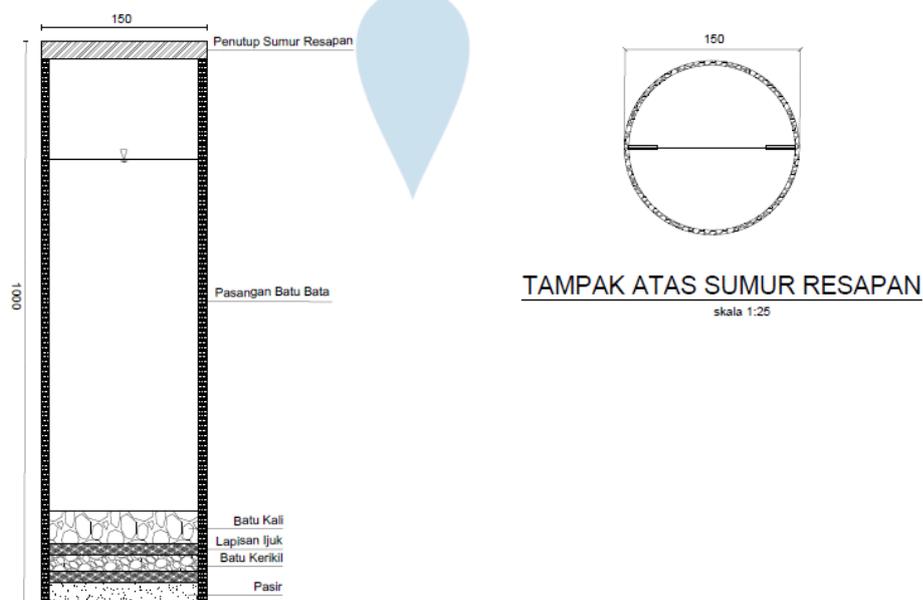
Berdasarkan persamaan di atas, maka intensitas hujan mononobe dalam periode 10 tahunan dapat dilihat pada Tabel 2.26

Tabel 2.26 Intensitas Hujan Mononobe

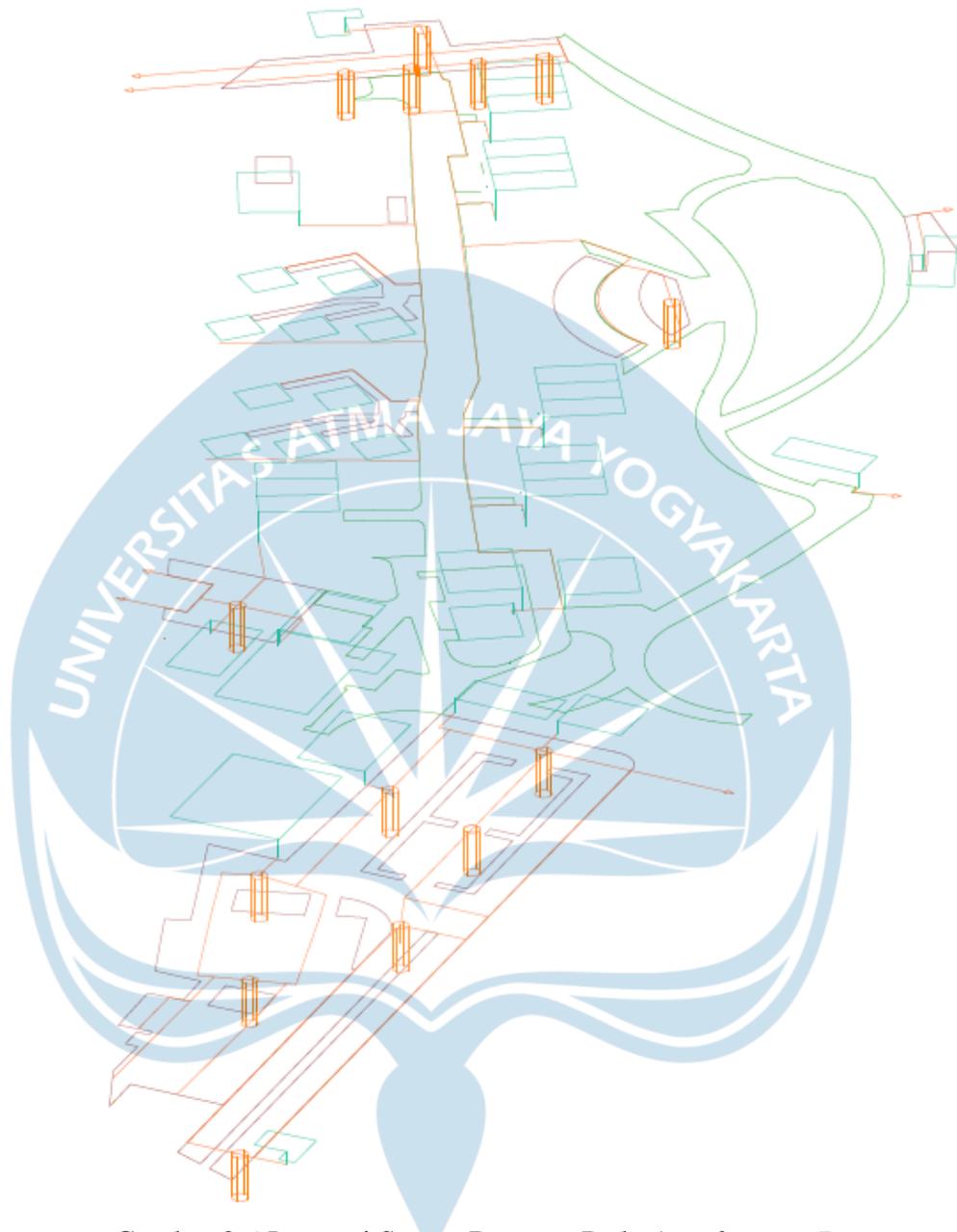
Periode Ulang (Tahun)	Durasi (jam)				
	1	2	3	4	5
2	29,0104	18,2754	13,9468	11,5128	9,9214
5	37,8813	23,8637	18,2114	15,0332	12,9552
10	43,0898	27,1448	20,7154	17,1002	14,7365

2.6. Sistem Drainase

Suatu pembangunan dapat membuat kawasan resapan air menjadi rusak akibat adanya perubahan tata guna lahan. Hal tersebut dapat mengurangi kawasan resapan air hujan dan dapat menyebabkan volume permukaan air yang masuk ke saluran drainase meningkat sehingga dapat menimbulkan banjir. Untuk itu dibutuhkan perencanaan drainase yang baik agar dapat memperlambat aliran air hujan dan juga mengendalikan air supaya dapat meresap ke dalam tanah melalui bangunan resapan seperti sumur resapan. Sumur resapan merupakan suatu bangunan berupa sumur yang digunakan untuk menampung dan meresapkan air hujan ke dalam tanah seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.5. Air hujan yang jatuh ke atap bangunan akan dialirkan menggunakan pipa ke dalam sumur resapan seperti yang terlihat pada isometri sistem drainase pada Gambar 2.6.



Gambar 2.5 Sumur Resapan



Gambar 2.6 Isometri Sumur Resapan Pada *Agroforestry Resort*

2.6.1. Syarat sumur resapan

Perencanaan sumur resapan memiliki beberapa persyaratan sebagai berikut:

1. Air yang akan masuk ke dalam sumur resapan adalah air yang tidak tercemar.
2. Ditempatkan pada lahan yang relatif datar atau tidak miring dan harus mempertimbangkan keamanan dan kenyamanan bangunan di sekitarnya.
3. Kedalaman tanah dibuat minimum 1,5 m pada saat musim hujan.
4. Jarak sumur resapan dengan bangunan harus sesuai dengan ketentuan pada Tabel

2.27

Tabel 2.27 Jarak Sumur Resapan Terhadap Bangunan

No.	Jenis Bangunan	Jarak minimum dari sumur resapan air hujan (m)
1.	Sumur resapan air hujan/ sumur air bersih	3
2.	Pondasi bangunan	1
3.	Bidang resapan /sumur resapan tangki septik	5

Sumber: *Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2453-2002*

2.6.2. Volume sumur resapan

Volume sumur resapan mengacu pada SNI 03-2453-2002 dengan perhitungan sebagai berikut:

1. Volume andil banjir

Volume andil banjir merupakan volume air hujan yang akan jatuh ke permukaan tanah dan akan dialirkan ke dalam sumur resapan. Volume andil banjir dihitung dengan persamaan:

$$V_{ab} = 0,855 \times C_{tadah} \times A_{tadah} \times R \dots \dots \dots (2.23)$$

Keterangan:

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

C_{tadah} = Koefisien limpasan

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

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

Tabel 2.28 Koefisien Limpasan

NO.	KONDISI LOKASI	NILAI C
1	Rerumputan/tanaman	0,05 - 0,10
2	Pedesaan	0,10 - 0,25
3	Pemukiman	0,25 - 0,50
4	Daerah sedang	0,50 - 0,70
5	Daerah padat	0,70 - 0,90
6	Jalan aspal	0,25 - 0,60
7	Atap	0,70 - 0,95

Sumber: *Juwana (2005)*

Tabel 2.28 merupakan tabel nilai koefisien limpasan. Nilai koefisien limpasan (C) untuk kondisi lokasi yang berbeda-beda dapat dihitung dengan menggunakan nilai

koefisien limpasan dari masing – masing kondisi lokasi yang ditinjau, sehingga didapat nilai koefisien limpasan (C) efektif yang dianggap mewakili kondisi aktual. Luasan bidang (A) yang berpengaruh dihitung dengan bantuan aplikasi AutoCAD, dan untuk perhitungan digunakan luas bidang pada lokasi rumput, jalan aspal, daerah padat, pemukiman dan daerah sedang. Perhitungan akan disajikan dalam Tabel 2.29 berikut ini.

Tabel 2.29 Perhitungan Koefisien Limpasan

No.	Kondisi Lokasi	C	A (m ²)	A × C	C _{eq}
1	Rumput	0,1	120	12	$= \frac{\sum A \times C}{\sum A}$ $= 0,68481$
2	Jalan aspal	0,6	253,826	152,295	
3	Daerah padat	0,9	2258,2	2032,38	
4	Pemukiman	0,5	2145	1072,5	
5	Daerah sedang	0,7	143	100,1	
Total			4920,03	3369,28	

Sehingga untuk mencari volume andil banjir, dilakukan perhitungan sebagai berikut:

Diketahui:

$$C_{tadah} = 0,6848$$

$$A_{tadah\ total} = 4920,03\ m^2$$

$$R = 83,6805\ L/m^2/hari\ (periode\ ulang\ 2\ tahun)$$

$$\begin{aligned} V_{ab} &= 0,855 \times C_{tadah} \times A_{tadah} \times R \\ &= 0,855 \times 0,6848 \times 4920,03 \times 83,6805 \\ &= 241,0611\ m^3 \end{aligned}$$

Maka, didapatkan volume andil banjir sebesar 241061,0775 liter atau 241,0611 m³.

2. Volume air hujan yang meresap

Volume yang dimaksud adalah volume air hujan yang diserap oleh tanah dan dapat dihitung dengan persamaan:

$$V_{rsp} = \frac{te}{R} \times A_{total} \times K \dots\dots\dots (2.24)$$

Keterangan:

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

$$\begin{aligned}
 te &= \text{Durasi hujan efektif (jam)} = \frac{0,9 \times R^{0,92}}{60} \text{ (jam)} \\
 A_{total} &= \text{Luas dinding sumur + luas alas sumur (m}^2\text{)} \\
 K &= \text{Koefisien permeabilitas tanah (m/hari)}
 \end{aligned}$$

Pembuatan sumur resapan pada *agroforestry resort* direncanakan kedalaman dan diameter sumur sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Kedalaman sumur rencana} &= 10 \text{ m} \\
 \text{Diameter sumur rencana} &= 1,5 \text{ m} \\
 \text{Luas dinding sumur} &= \pi \times 1,5 \times 10 = 47,1239 \text{ m}^2 \\
 \text{Luas alas sumur} &= \frac{1}{4} \times \pi \times 1,5^2 = 1,7671 \text{ m}^2 \\
 A_{total} &= 48,8910 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Untuk koefisien permeabilitas tanah diketahui berdasarkan jenis tanah di lokasi proyek. Jenis tanah pada proyek *agroforestry resort* adalah tanah lanau, sehingga menggunakan nilai k 0,864.

Dari data-data diatas, dapat dilakukan perhitungan :

$$\begin{aligned}
 V_{rsp} &= \frac{te}{R} \times A_{total} \times K \\
 &= \frac{0,9 \times (83,6805)^{0,92}}{60} \times 48,8910 \times 0,864 \\
 &= 1,5504 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Maka, didapatkan volume resapan sebesar 1550,3777 liter atau 1,5504 m³.

3. Volume penampungan air hujan

Volume penampungan (storasi) merupakan besarnya volume air hujan yang akan ditampung pada sumur resapan. Perhitungan volume penampungan dapat dicari dengan persamaan:

$$V_{storasi} = V_{ab} - V_{rsp} \dots \dots \dots (2.25)$$

Keterangan:

$$\begin{aligned}
 V_{storasi} &= \text{Volume penampungan (m}^3\text{)} \\
 V_{ab} &= \text{Volume andil banjir yang akan ditampung (m}^3\text{)} \\
 V_{rsp} &= \text{Volume air hujan yang meresap (m}^3\text{)}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan (2.25) didapatkan volume penampungan sebesar 239,5107 m³.

4. Jumlah sumur resapan

Untuk menentukan jumlah sumur resapan yang akan digunakan terlebih dahulu menghitung H total dengan persamaan:

$$H_{total} = \frac{V_{storasi}}{Ah} \dots\dots\dots(2.26)$$

$$n = \frac{H_{total}}{H_{rencana}} \dots\dots\dots(2.27)$$

Keterangan:

H total = Kedalaman total sumur resapan (m)

H rencana = Kedalaman rencana (m)

Ah = Luas alas sumur (m²)

n = Jumlah sumur resapan

Dari persamaan (2.26) dan (2.27) didapatkan H total sebesar 135,5353308 m dan jumlah sumur resapan sebanyak 14 buah.

2.6.3. Perencanaan pipa air hujan

Perencanaan pipa air hujan mengacu pada SNI 8153:2015. Hal yang direncanakan untuk pipa air hujan adalah ukuran pipa vertikal dan ukuran talang.

1. Ukuran pipa vertikal

Untuk mengetahui ukuran pipa air hujan tegak atau vertikal dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.30 Penentuan Ukuran Pipa Air Hujan Vertikal

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 ¹												
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: Tabel 17, SNI 8152:2015

2. Ukuran talang

Diameter talang dapat ditentukan dengan mengacu pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.31 Penentuan Ukuran Talang

DIAMETER TALANG (Kemiringan 1 %)	Nilai curah hujan maksimum berbasis pada luas atap (m ²)				
	inci	50,8 mm/jam	76,2 mm/jam	101,6 mm/jam	127 mm/jam
3	45	30	22	18	15
4	95	63	47	38	32
5	164	109	82	65	55
6	253	169	126	101	84
7	362	242	181	145	121
8	520	347	260	208	174
10	948	632	474	379	316

Sumber: Tabel 17, SNI 8152:2015

Berdasarkan dua tabel di atas, diketahui ukuran pipa vertikal dan diameter talang sebagai berikut:

Tabel 2.32 Ukuran Pipa Vertikal dan Diameter Talang

No.	Area	Luasan (m ²)	Ukuran Pipa Vertikal (inci)	Diameter talang air (inci)
1	Pos Keamanan Depan	60	2	3
2	Ruang Serbaguna	361,25	3	6
3	Lobby Utama/Penginapan	247,5	2	6
4	Kantor Pengelola	401,75	3	7
5	Ruang Teknisi	176	2	5
6	Ruang Servis	189	2	5
7	Restaurant	325	3	7
8	Lobby Agroforesty	191	2	5
9	Pendopo	127,2	2	5
10	Toko Souvenir	119,5	2	5
11	Minimarket	119,5	2	5
12	Gudang Agroforesty	195	2	5
13	Pengolahan Jeruk	191	2	5
14	Hunian Standart 1	429	3	7
15	Hunian Standart 2	429	3	7
16	Hunian Standart 3	429	3	7
17	Hunian Standart 4	429	3	7
18	Hunian Standart 5	429	3	7
19	Pos Keamanan Belakang	60	2	3
20	Ruang Bilas	143	2	5

2.6.4. Perencanaan penampang saluran drainase

Saluran drainase yang direncanakan menggunakan penampang trapesium. Perencanaan saluran drainase dimaksudkan agar dapat menahan debit rencana yang telah direncanakan sebelumnya.

Debit rencana (Q) didapatkan dari perhitungan sebelumnya, kemudian digunakan untuk mencari dimensi yang akan digunakan melalui perhitungan *trial* dan *eror*. Berikut persamaan-persamaan, hasil perhitungan, dan gambar saluran drainase yang digunakan:

$$n = 0,013$$

$$m = \frac{1}{\sqrt{3}} \dots \dots \dots (2.28)$$

$$B = \frac{2}{3} x h x \sqrt{3} \dots \dots \dots (2.29)$$

$$W = \sqrt{\frac{h}{2}} \dots \dots \dots (2.30)$$

$$D = W + h \dots \dots \dots (2.31)$$

$$Q = A \times V \dots \dots \dots (2.32)$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \dots \dots \dots (2.33)$$

$$A = (B + mh)h \dots \dots \dots (2.34)$$

$$R = \frac{h}{2} \dots \dots \dots (2.35)$$

$$B' = B + (2 \times D \times m) \dots \dots \dots (2.36)$$

Keterangan:

Q = Debit rencana (m³/s)

A = Luas penampang saluran (m²)

V = Kecepatan aliran (m/s)

n = Koefisien manning

R = Jari-jari hidrolis (m)

B = Lebar dasar saluran (m)

m = Kemiringan talud (m)

h = Tinggi muka air rencana (m)

W = Tinggi jagaan (m)

D = tinggi total saluran (m)

B' = Lebar atas saluran (m)

Langkah perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Penentuan dimensi *trial* dan *eror*

h coba = 0,16 m maka,

B = 0.18 m

W = 0.28 m

2. Menghitung debit, luas penampang saluran dan jari-jari hidrolis untuk mendapatkan Debit hitung, dalam perhitungan ini S yang digunakan sebesar 1% dan $n = 0,013$.

Sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

$$A = 0,04434 \text{ m}^2$$

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

$$Q_{\text{hitung}} = 0,06333 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{\text{rencana}} = 0,06067 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{OK!!}$$

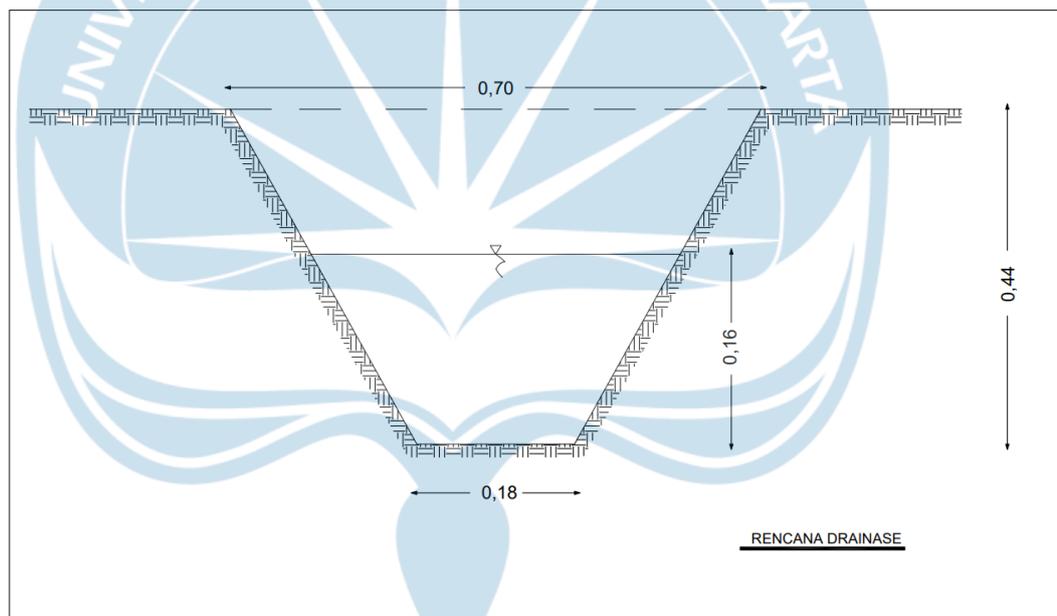
3. Menentukan dimensi yang digunakan

$$B = 0,18 \text{ m}$$

$$h = 0,16 \text{ m}$$

$$D = 0,44 \text{ m}$$

$$B' = 0,70 \text{ m}$$



Gambar 2.7 Penampang Saluran Drainase