

BAB II

PERANCANGAN DRAINASE DAN PEMIPAAN

II.1 Kebutuhan Air Bersih

Air adalah salah satu sumber daya alam terpenting untuk menopang kehidupan setiap makhluk hidup terutama manusia. Air dimanfaatkan untuk dikonsumsi dan digunakan dalam beberapa kegiatan seperti mandi, mencuci, dan lain-lain. Analisis kebutuhan air bersih sangatlah penting, mengingat bahwa untuk mendapatkan air bersih pada jaman sekarang ini sudah sulit sehingga penting untuk mengetahui seberapa banyak air bersih yang dibutuhkan dalam sebuah bangunan.

Hal pertama yang harus diketahui untuk mencari kebutuhan air bersih adalah data dari bangunan yang akan dibangun. Pada kasus ini, bangunan yang menjadi tempat penelitian adalah hotel kapsul yang berada di Temon, Kulon Progo. Berikut merupakan data bangunan dari hotel kapsul tersebut:

Tabel II.1 Data Bangunan

Jumlah Lantai	Jumlah Tempat Tidur	Jumlah Kloset	Jumlah Lavatory	Jumlah Tempat Bilas (KM Mandi)	Urinoir
Basement	0	3	2	0	0
Lantai 1	0	12	8	16	0
Lantai 2	0	21	10	0	4
Lantai 3	0	12	8	0	0
Lantai 4	18	10	8	12	0
Lantai 5	56	7	6	16	0
Lantai 6	56	7	6	16	0
Total	130	72	48	60	4

Menurut buku yang ditulis oleh Noerbambang, S dan Morimura, T. (2000), terdapat 3 metode untuk mengetahui banyaknya kebutuhan air bersih dalam sebuah bangunan. Metode yang dimaksud adalah:

1. Berdasarkan jumlah pemakai
2. Berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing
3. Berdasarkan unit beban alat plambing

Dibawah ini merupakan rincian dari perhitungan yang menggunakan setiap metode (perhitungan kolam renang yang ada pada desain hotel kapsul ini diabaikan):

1. Metode yang berdasar pada jumlah pemakai

$$\begin{aligned}\text{Luas bangunan total} &= \text{Luas basement} + L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6 \\ &= 5086,9 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\text{Persentasi luas efektif} = \text{diasumsikan } 50\%$$

$$\begin{aligned}\text{Luas efektif} &= \text{Luas bangunan total} \times \text{Persentasi luas efektif} \\ &= 5086,9 \times 50\% \\ &= 2543,45 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\text{Kepadatan penduduk} = 10 \text{ m}^2/\text{orang}$$

$$\text{Jumlah penduduk} = \frac{\text{Luas efektif}}{\text{Kerapatan penduduk}} = \frac{2543,45}{10} = 255,00 \text{ orang}$$

$$\text{Pemakaian} = 300 \text{ liter/orang.hari}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pemakaian air} &= \text{Jumlah penduduk} \times \text{pemakaian} \\ &= 255,00 \times 300 \\ &= 76500,00 \text{ liter/hari}\end{aligned}$$

$$\text{Antisipasi kebocoran} = 20\% \text{ (asumsi)}$$

$$\text{Durasi pemakaian sehari} = 6 \text{ jam}$$

2. Metode yang berdasar pada jenis dan jumlah alat plambing

Tabel II.2 Perhitungan Bedasar Jenis dan Jumlah Alat Plambing

Jenis Alat Plambing	Jumlah Total	Pemakaian Perjam (kali)	Pemakaian Satu Kali (liter)	Faktor Pemakaian Serentak	Kebutuhan Air (liter/jam)
Kloset	72	12	16,5	12%	1710,72
Lavatory	48	12	10	38,20%	2200,32
Shower	60	3	60	36,50%	3942
Urinoir (Terbuka dengan katup gelontor)	4	12	18	75%	648
Total					8501,04

Contoh perhitungan:

Kloset → Jumlah total = 72 buah
 Pemakaian per jam = 12 kali
 Pemakaian satu kali = 16,5 liter
 Faktor pemakaian serentak = 12%

Kebutuhan air = Jumlah total × Pemakaian per jam × Pemakaian satu kali ×
 Faktor pemakaian serentak
 = $72 \times 12 \times 16,5 \times 12\%$
 = 1710,72 liter/jam

Jumlah total dari alat plambing yang ditinjau berpengaruh pada faktor pemakaian serentak. Hal ini dapat dilihat melalui Tabel II.3 yang ada dibawah ini.

Tabel II.3 Faktor Pemakaian dan Jumlah Alat Plambing

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

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

Jika terdapat jumlah alat plambing yang tidak tercantum pada tabel, faktor pemakaian serentak tetap dapat dicari dengan cara interpolasi. Untuk data pemakaian per jam dan pemakaian air satu kali dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel II.4 Pemakaian Air Satu Kali dan Penggunaan Per Jam

No.	Nama alat plambing	Pemakaian air untuk penggunaan satu kali (liter)	Penggunaan per jam	Laju aliran (liter/min)	Waktu untuk pengisian (detik)	Pipa sambungan alat plambing (mm)	Pipa cabang air bersih ke alat plambing (mm)	
							Pipa baja	Tembaga ⁴⁾
1	Kloset (dengan katup gelontor)	13,5 – 16,5 ¹⁾	6-12	110-180	8,2-10	24	32 ²⁾	25
2	Koset (dengan tangki gelontor)	13 – 15	6-12	15	60	13	20	13
3	Peterusan (dengan katup gelontor)	5	12+20	30	10	13	20 ³⁾	13
4	Peterusan, 2-4 orang (dengan tangki gelontor)	9-18(@ 4,5)	12	1,8-3,6	300	13	20	13
5	Peterusan, 5-7 orang (dengan tangki gelontor)	22,5 – 3,15(@ 4,5)	12	4,5-6,3	300	13	20	13
6	Bak cuci tangan kecil	3	12-20	10	18	13	20	13
7	Bak cuci tangan biasa	10	6-12	15	40	13	20	13
8	Bak cuci dapur (sink) dengan keran 13 mm	15	6-12	15	60	13	20	13
9	Bak cuci dapur (sink) dengan keran 13 mm	25	6-12	25	60	20	20	20
10	Bak mandi rendam (bath tub)	125	3	30	250	20	20	20
11	Pancuran mandi	24-60	3	12	120-300	13-20	20	13-20
12	Bak mandi gaya jepang	Tergantung ukurannya.		30		20	20	20

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

3. Metode yang berdasar pada unit beban alat plambing

Tabel II.5 Perhitungan Berdasar Unit Beban Alat Plambing

Jenis Alat Plambing	Jumlah Total	Beban	Total Beban
Kloset (dengan katup gelontor)	72	2,5	180
Lavatory	48	1	48
Shower	60	2	120
Urinoir (Terbuka dengan katup gelontor)	4	5	20
Total			368

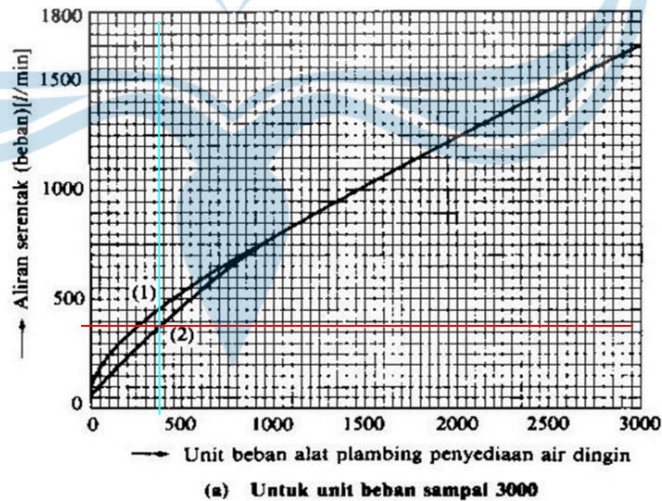
Contoh perhitungan:

Kloset → Jumlah total = 72 buah

Beban = 2,5

Total beban = Jumlah total × beban = $72 \times 2,5 = 180$

Besarnya beban pada setiap alat plambing dapat dilihat melalui dokumen SNI 8153-2015 tepatnya pada Tabel III di dalam dokumen tersebut. Setelah menghitung total beban pada setiap alat plambing, maka total beban tersebut akan dijumlahkan dan dimasukkan ke grafik guna mengetahui debit aliran.



Gambar II.1 Grafik Unit Beban Alat Plambing

Tabel II.6 Rekapian Perhitungan

REKAPAN					
No	Metode	Q _d (liter/hari)	Q _h (liter/jam)	Q _{h max} (liter/jam) [Q _h * C ₁]	Q _{m max} (liter/menit) [Q _h / 60 * C ₂]
1	Berdasarkan jumlah pemakai	91800,00	15300,00	30600,00	1.020,00
2	Berdasarkan jenis dan jumlah alat Plambing	25503,12	4250,52	8501,04	283,368
3	Berdasarkan unit beban alat Plambing	34200	5700	11400	380

Nilai C₁ dan C₂ yang digunakan diambil dari buku Noerbambang, S. dan Morimura, T. (2000). Dimana nilai C₁ berkisar antara 1,5 hingga 2,0 dan C₂ berkisar antara 3,0 hingga 4,0. Pada perhitungan kali ini, nilai C₁ yang digunakan adalah 2 dan C₂ yang digunakan adalah 4. Nilai C yang digunakan berdasar pada asumsi.

II.2 Ground Reservoir dan Rooftank

Tempat penampungan air yang rencananya akan diterapkan pada hotel kapsul ini berupa tangki bawah tanah (*ground reservoir*) dan tangki atas (*rooftank*). Untuk mengetahui ukuran rangki bawah tanah yang sesuai, pertama-tama harus dicari terlebih dahulu kapasitas dari pipa dinas dengan cara:

$$Q_s = \frac{2}{3} \times Q_h \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

Q_s = Kapasitas pipa dinas (m³/jam)

Q_h = Pemakaian air rata-rata (m³/jam)

$$Q_s = \frac{2}{3} \times \frac{5700 \text{ liter/jam}}{3} = 3,80 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Setelah mendapatkan kapasitas dari pipa dinas, langkah selanjutnya adalah menentukan besarnya volume tangki air bawah tanah atau *ground reservoir* yang akan digunakan dengan menggunakan cara:

$$\text{Volume GWT} = [Q_d - (Q_s \times t)] \times T \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

Q_d = Pemakaian air rata-rata (m³/jam)

Q_s = Kapasitas pipa dinas (m³/jam)

t = Pemakaian air 1 hari (jam/hari)

T = Waktu penampungan (hari)

$$\text{Volume GWT} = \left[\frac{34200 \text{ liter/jam}}{1000} - (3,80 \times 6) \right] \times 1 = 11,4 \text{ m}^3 = 11400 \text{ liter}$$

Jadi, tipe *ground reservoir* yang digunakan adalah TS/GT-12 yang berkapasitas 12000 liter.



Gambar II.2 Tipe *Ground Reservoir*

Terdapat beberapa catatan yang harus diperhatikan dalam merencanakan *ground reservoir* dimana dapat dilihat melalui dokumen SNI 03-7065-2005.

5.5.1 Tangki air bawah

Tangki air bawah harus direncanakan dengan ketentuan sebagai berikut:

- 1) tangki air tidak merupakan bagian struktural dari bangunan tersebut, dan bila diletakkan diluar bangunan harus kedap dan tahan terhadap beban yang mempengaruhinya
- 2) tangki yang dipasang pada lantai terbawah yang berjarak dengan bak penampung air kotor atau air buangan harus tidak kurang dari 5 meter;
- 3) ruang bebas sekeliling tangki untuk pemeriksaan dan perawatan, disebelah atas, dinding, dan di bawah dasar tangki harus minimal 60 cm;
- 4) lubang perawatan berdiameter minimal 60 cm, dengan tutup lubang harus berada kira-kira 10 cm lebih tinggi dari permukaan plat tutup tangki, mempunyai kemiringan yang cukup;
- 5) pipa keluar dari tangki dipasang minimal 20 cm diatas dasar tangki;
- 6) konstruksi tangki dan penempatan lubang pengisian dan pengeluaran air harus dapat mencegah timbulnya bagian air yang terlalu lama diam dalam tangki.

Gambar II.3 Ketentuan Perencanaan Tangki Air Bawah

Setelah mengetahui jenis tangki bawah tanah yang akan digunakan, langkah selanjutnya adalah menentukan volume *rooftank* yang akan digunakan. Berikut merupakan rumus untuk mencari volume tangki atas:

$$V_E = [(Q_p - Q_h \text{ maks}) T_p - (Q_{pu} \times T_{pu})] \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan:

V_E = Volume bak air atas (m^3)

Q_p = Kebutuhan puncak (m^3 /menit)

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

T_p = Jangka waktu kebutuhan (menit)

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

T_{pu} = Jangka waktu pengisian (menit)

$$V_E = \left[\left(\frac{380 \text{ liter/menit}}{1000} - \left(\frac{11400 \text{ liter/menit}}{1000} \times \frac{1}{60} \right) \right) \times 30 - \left(\frac{11400 \text{ liter/menit}}{1000} \times \frac{1}{60} \right) \times 10 \right]$$
$$= 3,80 \text{ m}^3 = 3800 \text{ liter}$$

Setelah mengetahui besarnya volume tangki atas yang dibutuhkan, langkah selanjutnya adalah mencari dimensi tangki yang cocok untuk digunakan dan ditempatkan pada hotel kapsul ini. Dilihat dari tangki yang dijual di pasaran, hotel kapsul hanya membutuhkan 1 buah tangki dengan tipe TB 400.



Tipe	TB 200	TB 220	TB 300	TB 400	TB 500	TB 800
Kapasitas (ltr)	2.000	2.250	3.100	4.100	5.100	8.000
Inlet (inch)	1	1	1½	1½	1½	2
Outlet Bulkhead (inch)	1	1	1½	1½	1½	-
Outlet Flange (inch)	-	-	-	-	-	2
Drain (inch)	1	1	1½	1½	1½	2
Tebal Dinding (mm)	10 - 12	10 - 12	10 - 15	12 - 18	12 - 18	12 - 18
Berat (kg)	65	69	98,5	115	152	269
Harga Tangki Kimia (Rp)	6.050.000	6.400.000	9.000.000	10.500.000	14.000.000	26.000.000
Berat (kg)	51	56	76	100	114,5	217,5
Harga Tangki Air (Rp)	4.800.000	5.200.000	7.000.000	9.300.000	11.000.000	20.000.000
Aksesoris	Plumbing Kit			Plumbing Kit		Oto Level

Gambar II.4 Tipe Rooftank

Berikut merupakan rincian dari tipe tangki yang akan digunakan sebagai tangki atas pada hotel kapsul ini.

Tinggi = 210 cm

Diameter = 165 cm

Kapasitas = $4,1 \text{ m}^3 = 4100 \text{ liter}$

II.3 Pompa

Pompa merupakan salah satu alat terpenting untuk membantu mengalirkan air dari *ground reservoir* menuju *rooftank* ataupun untuk mengambil air dari bawah tanah. Terdapat beberapa langkah dalam menentukan jenis pompa yang nantinya akan

digunakan. Berikut merupakan cara perhitungan kekuatan hingga jenis pompa yang akan dipakai:

1. Menentukan debit pengaliran

$$Q = \frac{\text{Volume roof tank}}{\text{Waktu pemompaan}} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

Q = Debit pengaliran (m³/s)

Volume *roof tank* = V_E (m³)

Waktu pemompaan = T_{pu} (detik)

$$Q = \frac{3,80}{10 \times 60} = 0,0063 \text{ m}^3/\text{s}$$

2. Menentukan diameter pipa pengalir

$$D = \sqrt[2]{\left(\frac{4 \times Q}{v \times \pi}\right)} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan:

D = Diameter pipa (m)

Q = Debit pengaliran (m³/s)

v = Kecepatan aliran (m/s) → menurut Noerbambang, S. dan Morimura, T. nilai v diasumsikan antara 0,3 – 2,5 m/s

$$D = \sqrt[2]{\left(\frac{4 \times 0,0063}{2 \times \pi}\right)} = 0,063 \text{ m} \approx 0,1 \text{ m}$$

3. Menentukan kecepatan pengaliran sebenarnya

$$v_{cek} = \frac{Q}{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan :

v_{cek} = Kecepatan pengaliran (m/s)

Q = Debit pengaliran (m³/s)

D = Diameter pipa (m)

$$v_{cek} = \frac{0,0063}{\frac{1}{4} \times \pi \times 0,1^2} = 0,8064 \text{ m/s}$$

4. Menentukan bilangan Reynolds

$$Re = \frac{v \times D}{\nu} \dots\dots\dots (2.7)$$

Re = Bilangan Reynolds

V = Kecepatan (m/s)

D = Diameter pipa (m)

v = Viskositas air ($8,93 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$)

$$Re = \frac{0,8064 \times 0,1}{8,93 \times 10^{-7}} = 90300,677 \rightarrow \text{termasuk aliran turbulen karena } Re > 4000$$

5. Menentukan harga kerugian gesek pipa atau *head loss mayor* (hisap)

$$h_f = \lambda \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan:

h_f = *Head loss* pipa (m)

λ = Koefisien kerugian gesek

Untuk laminar $\rightarrow \lambda = \frac{64}{Re}$

Untuk turbulen $\rightarrow \lambda = 0,020 + \frac{0,005}{D}$

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

L = Panjang pipa (m)

v = Kecepatan aliran (m/s)

D = Diameter pipa (m)

Re = Bilangan Reynolds

$$\lambda = 0,020 + \frac{0,005}{0,1} = 0,07$$

$$L = 49,53 - 2 = 47,53 \text{ m}$$

$$h_f = 0,07 \times \frac{47,53}{0,1} \times \frac{0,8064^2}{2(9,81)} = 1,1027 \text{ m}$$

6. Menentukan *head loss minor* (tekan) akibat aksesoris

$$H_{e \text{ elbow}} = n \left(\frac{K \times v^2}{2g} \right) \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan:

n = Jumlah aksesoris

K = Koefisien gesek

Tabel II.7 Koefisien Gesek Aksesoris

	n	K
<i>Elbow</i>	4	0,3

<i>Entrance</i>	1	0,8
<i>Exit</i>	1	1
<i>T line</i>	0	0,14

Sumber : *Mechanics Of Fluids* (2015)

Nilai K yang digunakan diambil dari tipe aksesoris *flanged*.

$$K_{\text{elbow}} = 0,3 \times 4 = 1,2$$

$$K_{\text{entrance}} = 0,8 \times 1 = 0,8$$

$$K_{\text{exit}} = 1 \times 1 = 1$$

$$K_{\text{T Line}} = 0,14 \times 0 = 0$$

$$K_{\text{Total}} = K_{\text{elbow}} + K_{\text{entrance}} + K_{\text{exit}} + K_{\text{T Line}} = 3$$

$$H_{\text{e elbow}} = \left(\frac{0,8064^2}{2(9,81)} \right) \times (1,2 + 0,8 + 1 + 0) = 0,0994$$

$$\text{Head loss total} = h_f + H_{\text{e aksesoris}} = 1,1027 + 0,0994 = 1,2021$$

7. Menentukan *head total* pompa

$$H = H_a + H_l + \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan:

H = Tinggi angkat total (m)

H_a = Tinggi potensial (m) = H_s + H_d

H_s = Tinggi hisap (mayor) (m)

H_d = Tinggi tekan (minor) (m)

H_l = Kerugian gesek dalam pipa hisap dan pipa tekan (sisa) (m)

v²/2g = Tekanan kecepatan pada lubang keluar pipa (m)

$$\text{Elevasi} = 23,6 + 4 = 27,6 \text{ m}$$

$$\frac{v^2}{2g} = \frac{0,8064^2}{2(9,81)} = 0,0331 \text{ m}$$

$$H_l = h_f + H_{\text{e aksesoris}} = 1,1027 + 0,0994 = 1,2021 \text{ m}$$

$$H_a = (\text{Elevasi} + 3,05) - 1,9 = 28,75 \text{ m}$$

$$H_{\text{total}} = 0,0331 + 1,2021 + 28,75 = 29,9853 \text{ m}$$

8. Menentukan daya pompa

$$P = \frac{\rho \times g \times Q \times H}{80\%} \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan:

P = Daya pompa (watt)

ρ = Massa jenis air (998,23 kg/m³ untuk suhu 20°C)

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

Q = Kapasitas pompa (m³/detik)

H = *Head* total (m)

80% = Efisiensi pompa

$$P = \frac{998,23 \times 9,81 \times 0,19 \times 29,9853}{80\%} = 697,3824 \text{ watt} = 0,6974 \text{ kW}$$

9. Menentukan jenis pompa yang sesuai

Dari penelusuran pompa yang beredar di pasaran, ditemukan ada sebuah pompa tipe Jet Pump Aquafos DP 505 berdaya 700 watt. Pompa tersebut dinilai cocok untuk digunakan pada hotel kapsul karena memenuhi daya pompa yang telah dihitung sebelumnya. Pompa Jet Pump Aquafos DP 505 dijual seharga Rp3.150.000,-.

II.4 Head Loss

II.4.1 Head Loss Mayor

Air yang mengalir di dalam suatu jaringan pipa akan mengalami degradasi tekanan atau kehilangan tekanan yang biasa disebut head loss. Kehilangan tekanan tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah friction atau gesekan dengan pipa. Kecepatan aliran pun ikut berpengaruh terhadap seberapa besarnya kehilangan energi yang terjadi di dalam suatu aliran air di dalam pipa.

Perlu dihitung unit beban pada tiap pipa dengan menggunakan acuan dari SNI 03-7065-2005 yang ditinjau pada setiap percabangan pipa. Percabangan pipa dituliskan di dalam notasi kombinasi huruf dan angka supaya memudahkan untuk mengidentifikasi suatu potongan pipa.

Debit alat *plumbing* dapat diketahui dari tabel berikut:

Tabel II.8 Pemakaian Air Dingin Pada Alat *Plumbing*

No.	Nama alat plumbing	Setiap pemakaian (Liter)	Waktu pengisian (detik)
1	Kloset, katup gelontor	15	10
2	Kloset, tangki gelontor	14	60
3	Peturasan, katup gelontor	5	10
4	Peturasan, tangki gelontor	14	300
5	Bak cuci tangan kecil	10	18
6	Bak cuci tangan biasa	10	40
7	Bak cuci dapur, dng kran 13 mm	15	60
8	Bak cuci dapur, dng kran 20 mm	25	60
9	Bak mandi rendam (<i>bathtub</i>)	125	250
10	Pancuran mandi (<i>shower</i>)	42	210

Sumber: SNI 03-7065-2005

Dari tabel di atas, dapat dihitung debit untuk tiap-tiap jenis alat *plumbing* yakni dengan membagi volume pemakaian dengan waktu pengisian.

$$Q \text{ kloset} = \frac{14}{60} = 0,23 \text{ lt/detik} = \frac{0,23}{1000} = 0,00023 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q \text{ lavatory} = \frac{10}{40} = 0,25 \text{ lt/detik} = \frac{0,25}{1000} = 0,00025 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q \text{ shower} = \frac{42}{210} = 0,20 \text{ lt/detik} = \frac{0,20}{1000} = 0,00020 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q \text{ urinoir} = \frac{5}{10} = 0,5 \text{ lt/detik} = \frac{0,5}{1000} = 0,0005 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Unit beban pada alat *plumbing* ditinjau per notasi berdasarkan ada berapa banyak beban yang ditanggung oleh notasi tersebut. Setelah meninjau unit beban pada alat *plumbing*, maka dapat ditentukan diameter pipa seberapa yang dianjurkan untuk dipakai dengan menambahkan faktor panjang pipa dalam penentuannya.

Berikut adalah tabel identifikasi ukuran pipa air berdasarkan *unit plumbing*-nya:

Tabel II.9 UBAP untuk menentukan diameter pipa

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	3	2	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
UBAP Rentang Tekanan 32,20 sampai 42 mka																
¾	½	7	7	6	5	4	3	2	2	1	1	1	0	0	0	0
¾	¾	20	20	19	17	14	11	9	8	6	5	4	4	3	3	3
¾	1	39	39	36	33	28	23	21	19	17	14	12	10	9	8	8
1	1	39	39	39	36	30	25	23	20	18	15	12	10	9	8	8
¾	1¼	39	39	39	39	39	39	34	32	27	25	22	19	19	17	16
1	1¼	78	78	76	67	52	44	39	36	30	27	24	20	19	17	16
1½	1¼	78	78	78	78	66	52	44	39	33	29	24	20	19	17	16
1	1½	85	85	85	85	85	85	80	67	55	49	41	37	34	32	30
1½	1½	151	151	151	151	128	105	90	78	62	52	42	38	35	32	30
2	1½	151	151	151	151	150	117	98	84	67	55	42	38	35	32	30
1	2	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	83	80
1½	2	370	370	340	318	272	240	220	198	170	150	135	123	110	102	94
2	2	370	370	370	370	368	318	280	250	205	165	142	123	110	102	94
2	2½	640	610	610	580	535	500	470	440	400	365	335	315	285	267	250
UBAP Rentang Tekanan di atas 42 mka																
¾	½	7	7	7	6	5	4	3	3	2	1	1	1	1	1	0
¾	¾	20	20	20	20	17	13	11	10	8	7	6	6	5	4	4
¾	1	39	39	39	39	35	30	27	24	21	17	14	13	12	12	11
1	1	39	39	39	39	38	32	29	26	22	18	14	13	12	12	11
¾	1¼	39	39	39	39	39	39	39	39	34	28	26	25	23	22	21
1	1¼	78	78	78	78	74	62	53	47	39	31	26	25	23	22	21
1½	1¼	78	78	78	78	78	74	65	54	43	34	26	25	23	22	21
1	1½	85	85	85	85	85	85	85	85	81	64	51	48	46	43	40
1½	1½	151	151	151	151	151	151	130	113	88	73	51	51	46	43	40
2	1½	151	151	151	151	151	151	142	122	98	82	64	51	46	43	40
1	2	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
1½	2	370	370	370	370	360	335	305	282	244	212	187	172	153	141	129
2	2	370	370	370	370	370	370	370	340	288	245	204	172	153	141	129
2	2½	654	654	654	654	654	650	610	570	510	460	430	404	380	356	329

Sumber : SNI 8153-2015

Pada penjelasan sebelumnya telah diketahui debit aliran air dari perhitungan antara volume pemakaian dibagi dengan waktu pengisian. Diameter juga telah ditentukan dengan melihat UBAP tiap pipa serta panjang dari pipa yang ditinjau. Setelah diketahui

debit dan juga diameternya, maka sekarang bisa mulai menghitung kecepatan cek aliran air, dengan rumus :

$$V \text{ cek} = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{1}{4} \times \pi \times d^2} \dots\dots\dots(2.12)$$

Setelah diketahui V cek pada tiap-tiap notasi pipa, kemudian perlu dicari bilangan *Reynolds* yang nantinya digunakan untuk mencari faktor gesekan yang berpengaruh pada kehilangan energi pada pipa.

Reynolds number dapat diketahui menggunakan rumus berikut ini :

$$Re = \frac{V \times d}{\nu} \dots\dots\dots(2.13)$$

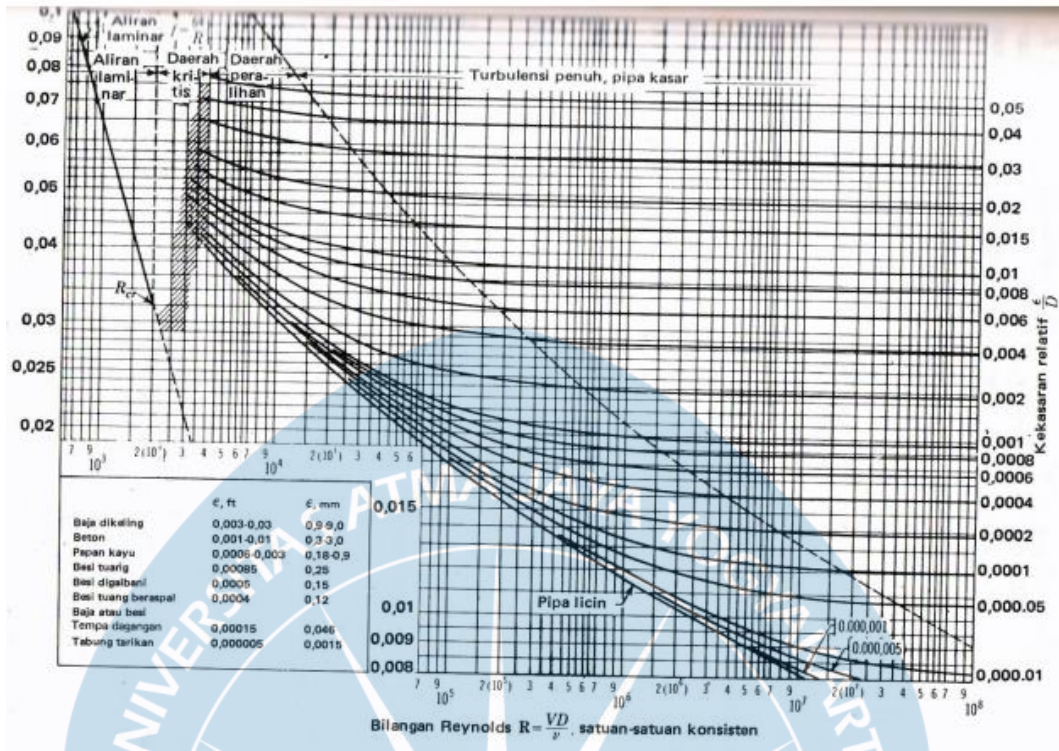
- Dimana :
- Re = bilangan *reynolds*
 - V = kecepatan (m/s)
 - d = diameter pipa (m)
 - ν = viskositas air ($8,93 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$)

Selain menentukan bilangan *Reynolds* perlu juga dihitung kekasaran relatif dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Kekasaran relatif} = \frac{\epsilon}{d} \dots\dots\dots(2.14)$$

- Dimana
- ϵ = kekasaran absolut (0,0015)
 - d = diameter pipa (m)

Setelah diketahui bilangan *Reynolds* dan juga kekasaran relatifnya, maka dapat ditentukan faktor gesekan (f) dengan menggunakan diagram *moody* seperti gambar diagram berikut ini :



Gambar II.5 Diagram *Moody*

Dari gambar tersebut dapat ditarik garis dari bawah sesuai dengan nilai bilangan *Reynolds* dan tentukan titik mana yang berpotongan dengan garis kekasaran relatif. Setelah diketahui titik perpotongan tersebut kemudian dapat ditarik garis ke kiri untuk mendapatkan nilai faktor gesekan (*f*).

Semua parameter sudah diketahui dari beberapa perhitungan di atas, kemudian dapat dilakukan perhitungan *head loss* untuk setiap notasi pipa. Perhitungan *head loss* dapat dilakukan menggunakan rumus :

$$hf = f \times \frac{L}{d} \times \frac{v^2}{g} \dots\dots\dots(2.15)$$

- Dimana :
- hf = kehilangan energi / *head loss* (m)
 - f = faktor gesekan
 - L = panjang pipa (m)
 - v = kecepatan aliran (m/s)
 - d = diameter pipa (m)
 - g = gravitasi (9,81 m/s²)

Perhitungan kehilangan energi dihitung pada seluruh notasi pipa yang ada di dalam jaringan aliran air pada proyek Hotel Kapsul ini.

II.4.2 Head Loss Minor

Head loss minor merupakan kehilangan energi dalam suatu aliran air pada suatu pipa yang disebabkan oleh gesekan pada aksesoris-aksesoris pipa. Beberapa aksesoris pipa yang dipakai pada perancangan Hotel Kapsul kali ini, meliputi :

- a. Reducer
- b. Increaser
- c. Elbow
- d. Entrance
- e. Exit
- f. T branch
- g. T line

Pada tiap aksesoris tersebut memiliki koefisien kehilangan energinya masing-masing yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

Sec. 76 / Turbulent Flow in a Pipe 317

Table 7.2 Nominal Loss Coefficients K (Turbulent Flow)^a

Type of fitting	Diameter	Sweated		Flanged		
		2.5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	20 cm
Globe valve (fully open)		8.2	5.7	8.5	6.0	5.8
	(half open)	20	14	21	15	14
	(one-quarter open)	57	40	60	42	41
Angle valve (fully open)		4.7	1.0	2.4	2.0	2.0
Swing check valve (fully open)		2.9	2.0	2.0	2.0	2.0
Gate valve (fully open)		0.24	0.11	0.35	0.16	0.07
Return bend		1.5	0.64	0.35	0.30	0.25
Tee (branch)		1.8	1.1	0.80	0.64	0.58
Tee (line)		0.9	0.9	0.19	0.14	0.10
Standard elbow		1.5	0.64	0.39	0.30	0.26
Long sweep elbow		0.72	0.23	0.30	0.19	0.15
45° elbow		0.32	0.29			
Square-edged entrance			0.5			
Reentrant entrance			0.8			
Well-rounded entrance			0.03			
Pipe exit			1.0			
Sudden contraction ^b	Area ratio					
	2:1		0.25			
	5:1		0.41			
10:1		0.46				
Orifice plate	Area ratio A/A_0					
	1.5:1		0.85			
	2:1		3.4			
	4:1		29			
	$\geq 6:1$		$2.78 \left(\frac{A}{A_0} - 0.6 \right)^2$			
Sudden enlargement ^c	Area ratio A_1/A_2					
			$\left(1 - \frac{A_1}{A_2} \right)^2$			
90° miter bend (without vanes)						1.1
	(with vanes)					0.2
General contraction	(30° included angle)					0.02
	(70° included angle)					0.07

^aValues for other geometries can be found in *Technical Paper #10*, The Crane Company, 1957.
^bBased on exit velocity V_2 .
^cBased on entrance velocity V_1 .

Gambar II.6 Nominal Loss Coefficients K

Dalam menentukan koefisien perlu melihat tipe dari *fitting* aksesorisnya dan juga diameter dari pipa yang hendak disambungkan. Pada perancangan keairan kali ini, koefisien yang digunakan dapat dilihat seperti di bawah ini :

Tabel II.10 Koefisien aksesoris

Koefisien	
<i>Elbow</i>	0,3
<i>Entrance</i>	0,8
<i>Exit</i>	1,0
<i>T_line</i>	0,1
<i>T_branch</i>	0,58

Dalam menghitung kehilangan energi *minor* perlu dilihat lagi notasi per pipa yang sebelumnya sudah ditentukan. Pada tiap notasi kemudian dihitung ada berapa aksesoris yang ada pada potongan pipa tersebut. Setelah diketahui jumlah aksesoris pada tiap pipa, maka kemudian dihitung menggunakan rumus *head loss minor*.

$$H_e = n \left(\frac{K \times v^2}{2 \times g} \right) \dots \dots \dots (2.16)$$

- Dimana :
- H_e = Head loss minor (m)
 - n = Jumlah aksesoris
 - K = Koefisien aksesoris
 - v^2 = Kecepatan pengaliran (m/s)
 - g = Percepatan gravitasi (m/s²)

Setelah mengetahui kehilangan energi *minor* maka kemudia dijumlahkan antara *head loss mayor* dan *head loss minor*.

$$H_l = H_f + H_e \dots \dots \dots (2.17)$$

II.5 Tekanan

Perhitungan tekanan pada alat plumbing didasarkan pada persamaan bernoulli, yang menjelaskan bahwa tekanan di satu titik dan titik lainnya adalah konstan. Persamaan bernoulli dapat dilihat sebagai berikut :

$$p + \rho \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 = \text{konstan} \dots \dots \dots (2.18)$$

Keterangan :

- p = tekanan fluida (Pa)

- ρ = massa jenis fluida (kg/m^3)
- v = kecepatan aliran (m/s)
- g = percepatan gravitasi ($9,8 \text{ m}/\text{s}^2$)
- h = ketinggian (m)

Suatu aliran air harus dapat memenuhi kebutuhan tekanan pada aliran-aliran distribusi yang ditentukan. Tiap alat *plumbing* memiliki ketentuan tekanan minimum yang harus dipenuhi. Ketentuan tersebut yakni sebagai berikut :

Tabel II.11 Tekanan minimum yang diperlukan

No.	Nama alat plambing	Tekanan yang diperlukan (kg/cm2)
1	Katup gelontor kloset	0,7
2	Katup gelontor peturasan	0,4
3	Kran yang menutup otomatis	0,7
4	Pancuran mandi, dengan pancaran air halus	0,7
5	Pancuran mandi biasa	0,35
6	Kran biasa	0,3

Persamaan *bernoulli* kemudian dapat digunakan untuk menentukan seberapa tinggi *roof tank* yang hendak dipakai agar memenuhi tekanan minimum alat *plumbing* terjauh. Rumus yang digunakan untuk menentukan tinggi *roof tank* yakni :

$$\Delta h = \frac{P_{\text{air}}}{\gamma_{\text{air}}} + \frac{v^2}{2.g} + z + hl \dots \dots \dots (2.19)$$

Pada perencanaan kali ini, alat *plumbing* terjauh yakni pancuran mandi (*shower*) di lantai paling atas. Maka, dapat diketahui tekanan minimum *shower*, yakni :

$$\begin{aligned}
 P_{\text{shower}} &= 0,35 \text{ kgf}/\text{cm}^2 \\
 &= 3500 \text{ kgf}/\text{m}^2 \\
 \rho_{\text{air}} &= 1000 \text{ kg}/\text{m}^3 \\
 g &= 9,81 \text{ m}/\text{s}^2 \\
 \gamma_{\text{air}} &= \rho_{\text{air}} \times g \\
 &= 1000 \times 9,81 \\
 &= 9810 \text{ kg}/\text{m}^2.\text{s}^2 \\
 z &= 24 \text{ m} \\
 hl &= 0,0465 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Untuk menentukan kecepatan aliran dapat digunakan konsep kontinuitas kecepatan aliran:

$$V_1 \times A_1 = V_2 \times A_2 \dots\dots\dots(2.20)$$

$$V = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots(2.21)$$

Q shower didapatkan dari ketentuan SNI untuk debit minimum alat *plumbing*

$$Q \text{ shower} = 0,0002 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\begin{aligned} A \text{ pipa} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,02^2 \\ &= 0,00031 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{Q}{A} \\ &= \frac{0,0002}{0,00031} = 0,6366 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta h &= \frac{P \text{ air}}{\gamma \text{ air}} + \frac{v^2}{2 \cdot g} + z + h_l \\ &= \frac{3500}{9810} + \frac{0,6366^2}{2 \cdot 9,81} + 24 + 0,0465 \\ &= 26,3912 \text{ m} \end{aligned}$$

Tinggi datum menuju *rooftop* = 25,6 m

Maka, dapat diketahui tinggi minimum permukaan air dalam *roof tank*, yakni :

$$\begin{aligned} \text{Tinggi min} &= \Delta h - \text{tinggi datum menuju roof top} \\ &= 26,3912 - 25,6 \\ &= 0,7912 \text{ m} \end{aligned}$$

II.6 Data Stasiun Hujan

Data yang didapatkan dari stasiun hujan disebut dengan data stasiun hujan. Posisi sebuah stasiun dapat diketahui dari koordinat yang dimiliki oleh masing-masing stasiun. Koordinat dari stasiun ditunjukkan dalam bentuk koordinat lintang selatan (LS) dan koordinat bujur timur (BT).

Tabel II.12 Data Stasiun Hujan

Stasiun	Nama Stasiun	Koordinat	
		LS	BT
A	Angin-angin	7°40'23"	110°22'18"
B	Kemput	7°38'37"	110°24'7"

C	Santan	7°47'12"	110°24'59"
D	Plunyon	7°37'15"	110°25'35"
E	Prumpung	7°42'24"	110°23'32"

II.7 Metode Poligon *Thiessen*

Pemetaan luasan wilayah metode polygon *Thiessen* dilakukan dengan menggunakan ArcGis. Pada suatu luasan DAS, hujan dianggap sama dengan yang terjadi pada stasiun yang terdekat, sehingga hujan yang tercatat pada suatu stasiun mewakili stasiun tersebut. Polygon dibuat dengan menghubungkan garis-garis berat diagonal terpendek dari beberapa stasiun hujan yang ada. Dari pemetaan tersebut didapatkan data luasan wilayah seperti tabel di bawah ini.

Tabel II.13 Luas DAS Masing-Masing Stasiun yang Mewakili

Stasiun	Nama Stasiun	Luas (km ²)
A	Angin-angin	2,77
B	Kemput	7,42
C	Santan	8,69
D	Plunyon	16,5
E	Prumpung	22,16
Luas DAS		57,49

Tabel II.14 Data Hujan Maksimum Masing-Masing Stasiun

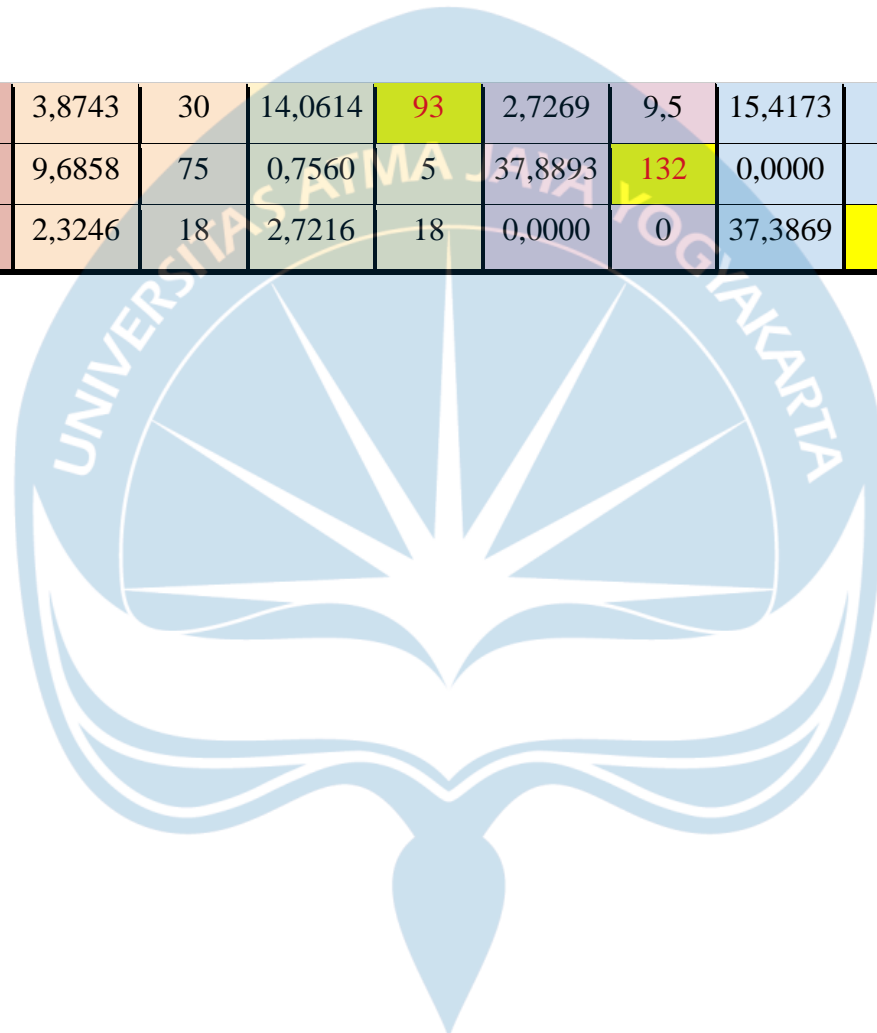
Tahun	Tanggal	Bulan	Angin-Angin		Kemput		Santan		Plunyon		Prumpung		Curah hujan rata – rata 1 tahun	CH Rata-rata max/tahun	CH Rata-rata min/tahun
			% Luas	CH (mm)	% Luas	CH (mm)	% Luas	CH (mm)	% Luas	CH (mm)	% Luas	CH (mm)			
			0,0482		0,1291		0,1512		0,2870		0,3854				
2002	23	Maret	0,9159	19	1,9372	15	0,0000	0	0,0000	0	7,3232	19	10,1762	58,3371	10,1762
	13	Januari	0,0000	0	9,0401	70	0,0000	0	0,0000	0	2,3126	6	11,3527		
	2	Januari	0,0000	0	2,5829	20	0,3024	2	4,6070	16,05	2,6980	7	10,1903		
	20	Januari	0,0964	2	2,5829	20	7,2575	48	32,7226	114	0,0000	0	42,6594		
	6	Februari	0,0964	2	1,9372	15	9,2231	61	5,4538	19	41,6266	108	58,3371		
2003	13	Januari	2,1692	45	0,5166	4	0,0000	0	1,7222	6	0,3854	1	4,7934	54,2330	4,7934
	4	Mei	0,0000	0	11,8813	92	0,0000	0	0,0000	0	3,4689	9	15,3502		
	27	Februari	0,0723	1,5	8,9110	69	29,6349	196	12,9168	45	2,6980	7	54,2330		
	24	Februari	0,0000	0	8,2652	64	0,0000	0	31,5745	110	1,9272	5	41,7669		
	21	Maret	0,0000	0	2,1955	17	0,0000	0	1,1482	4	29,2928	76	32,6364		
2004	29	Februari	7,5198	156	0,5682	4,4	27,8205	184	11,3381	39,5	1,1563	3	48,4029	50,9428	44,5068

	17	Januari	0,0000	0	17,7574	137,5	1,9656	13	24,3984	85	0,3854	1	44,5068		
	29	Februari	7,5198	156	0,5682	4,4	27,8205	184	11,3381	39,5	1,1563	3	48,4029		
	25	Januari	0,9641	20	3,5515	27,5	2,7216	18	38,7505	135	1,9272	5	47,9147		
	29	November	4,2419	88	0,0000	0	1,9656	13	10,0464	35	34,6889	90	50,9428		
2005	23	Februari	8,7369	181,25	22,8715	177,1	17,5269	115,92	0,0990	0,35	6,9301	17,98	56,1644	56,1644	31,8733
	23	Februari	8,7369	181,25	22,8715	177,1	17,5269	115,92	0,0990	0,35	6,9301	17,98	56,1644		
	21	Januari	1,2051	25	1,1365	8,8	35,2972	233,45	0,9903	3,45	2,8676	7,44	41,4967		
	6	April	1,6269	33,75	1,5497	12	2,6777	17,71	19,8058	69	6,2132	16,12	31,8733		
	17	Desember	6,3267	131,25	4,9721	38,5	0,0000	0	2,5748	8,97	25,5695	66,34	39,4431		
2006	23	Februari	8,7369	181,25	0,0000	0	3,4080	22,54	0,0000	0	0,0000	0	12,1449	67,1055	12,1449
	10	April	0,0000	0	20,5985	159,5	8,0332	53,13	0,0000	0	38,4738	99,82	67,1055		
	13	Desember	2,4102	50	1,5626	12,1	20,4481	135,24	0,5942	2,07	9,5587	24,8	34,5738		
	21	Desember	1,2051	25	1,8468	14,3	7,7897	51,52	30,6990	106,95	4,7794	12,4	46,3199		
	10	April	0,0000	0	20,5985	159,5	8,0332	53,13	0,0000	0	38,4738	99,82	67,1055		
2007	18	Desember	3,8563	80	0,8524	6,6	0,0000	0	0,0000	0	15,5329	40,3	20,2415	47,6368	8,0808
	21	Januari	0,4218	8,75	3,5515	27,5	0,0000	0	2,6738	9,32	1,4338	3,72	8,0808		
	28	Desember	0,4820	10	0,2841	2,2	38,2184	252,77	5,5456	19,32	3,1066	8,06	47,6368		

	9	November	0,0000	0	0,7103	5,5	1,9474	12,88	17,2310	60,03	2,3897	6,2	22,2784		
	26	Desember	3,6153	75	2,8412	22	11,4412	75,67	9,9029	34,5	19,3564	50,22	47,1569		
2008	10	Maret	3,4731	72,05	12,1077	93,753	0,0000	0	19,2116	66,93	12,7441	33,0646	47,5365	47,5365	28,2227
	10	Maret	3,4731	72,05	12,1077	93,753	0,0000	0	19,2116	66,93	12,7441	33,0646	47,5365		
	13	April	1,3502	28,01	2,7460	21,263	16,5532	109,48	1,3864	4,83	6,1869	16,0518	28,2227		
	16	Maret	2,7833	57,74	11,7057	90,64	0,0000	0	20,7961	72,45	3,6610	9,4984	38,9460		
	9	Maret	2,4550	50,93	8,6287	66,814	2,6777	17,71	14,6563	51,06	15,3537	39,835	43,7713		
2009	20	November	1,2287	25,49	0,5166	4	3,3264	22	18,9447	66	16,6738	43,26	40,6901	49,0554	14,8531
	29	Januari	0,8069	16,74	1,5497	12	3,6288	24	0,4306	1,5	8,4371	21,89	14,8531		
	3	Februari	0,5187	10,76	0,3874	3	14,8174	98	1,4352	5	6,6795	17,33	23,8383		
	30	Maret	1,1410	23,67	0,0000	0	2,7216	18	28,7041	100	16,4888	42,78	49,0554		
	20	November	1,2287	25,49	0,5166	4	3,3264	22	18,9447	66	16,6738	43,26	40,6901		
2010	24	September	4,7105	97,72	12,4702	96,56	15,8925	105,11	3,1574	11	41,1140	106,67	77,3445	77,3445	45,6394
	24	September	4,7105	97,72	12,4702	96,56	15,8925	105,11	3,1574	11	41,1140	106,67	77,3445		
	24	September	4,7105	97,72	12,3410	95,56	15,8925	105,11	3,1574	11	41,1140	106,67	77,2154		
	15	April	0,0000	0	0,0000	0	0,0000	0	45,6394	159	0,0000	0	45,6394		
	24	September	4,7105	97,72	12,3410	95,56	15,8925	105,11	3,1574	11	41,1140	106,67	77,2154		

2011	19	Desember	2,1981	45,6	0,3874	3	0,0000	0	0,0000	0	0,7709	2	3,3564	39,7096	3,3564
	6	Desember	0,0482	1	1,0332	8	2,7216	18	8,6112	30	8,0941	21	20,5082		
	3	November	0,1735	3,6	0,2583	2	14,6662	97	2,6121	9,1	0,3854	1	18,0956		
	14	April	0,1687	3,5	0,0000	0	4,9895	33	33,0097	115	1,5417	4	39,7096		
	9	Desember	0,0482	1	0,0000	0	0,7560	5	1,1769	4,1	28,5220	74	30,5030		
2012	2	Maret	3,0272	62,8	0,0000	0	0,0000	0	3,8263	13,33	2,6980	7	9,5515	59,2362	9,5515
	23	Desember	0,0000	0	12,9144	100	0,0000	0	1,4926	5,2	0,0000	0	14,4071		
	24	November	1,5232	31,6	0,6457	5	19,5046	129	14,5243	50,6	15,4173	40	51,6151		
	28	Desember	1,0267	21,3	0,0000	0	0,0000	0	34,8467	121,4	21,5842	56	57,4576		
	22	November	1,3304	27,6	0,0000	0	0,0000	0	14,3520	50	43,5538	113	59,2362		
2013	5	Januari	3,3742	70	1,5497	12	3,3264	22	13,2900	46,3	0,0000	0	21,5403	46,6778	14,9191
	14	Januari	0,1928	4	4,5201	35	0,0000	0	7,8936	27,5	2,3126	6	14,9191		
	7	Februari	0,2940	6,1	2,5829	20	15,8758	105	1,2056	4,2	11,9484	31	31,9067		
	16	Februari	0,5254	10,9	2,5829	20	4,3848	29	31,8615	111	7,3232	19	46,6778		
	17	April	1,4557	30,2	0,0000	0	0,0000	0	0,0000	0	36,2306	94	37,6863		
2014	24	November	3,1332	65	3,2286	25	0,4536	3	4,4491	15,5	0,0000	0	11,2646	48,3312	11,2646
	20	Desember	2,2174	46	19,3717	150	3,7800	25	1,7222	6	5,7815	15	32,8727		

	5	April	0,0530	1,1	3,8743	30	14,0614	93	2,7269	9,5	15,4173	40	36,1330		
	1	Maret	0,0000	0	9,6858	75	0,7560	5	37,8893	132	0,0000	0	48,3312		
	13	Desember	1,6823	34,9	2,3246	18	2,7216	18	0,0000	0	37,3869	97	44,1154		



II.8 Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi dilakukan untuk mendapatkan gambaran atau kemungkinan suatu besaran hujan dan debitnya dengan periode ulang tahun tertentu. Pada perhitungan parameter statistic curah hujan didapatkan beberapa parameter antara lain S, Cv, Cs, dan Ck.

II.8.1 Luas Daerah Stasiun Hujan

Tabel II.15 Luas Daerah Stasiun

Nama Stasiun	Luas Stasiun	
Angin-Angin	2,7129	km2
Kemput	7,4247	km2
Santan	8,6926	km2
Plunyon	16,5024	km2
Prumpung	22,1590	km2
Luas DAS Total	57,4917	km2

II.8.2 Perhitungan Parameter Statistik Curah Hujan

Tabel II.16 Perhitungan Parameter Statistik Curah Hujan

Tahun	n	Hujan (Xi)	(Xi-Xrt)	(Xi-Xrt) ²	(Xi-Xrt) ³	(Xi-Xrt) ⁴
2002	1	58,3371	4,3132	18,6034	80,2399	346,0883
2003	2	54,2330	0,2091	0,0437	0,0091	0,0019
2004	3	50,9428	-3,0811	9,4934	-29,2503	90,1242
2005	4	56,1644	2,1405	4,5816	9,8069	20,9913
2006	5	67,1055	13,0816	171,1283	2238,6332	29284,9117
2007	6	47,6368	-6,3871	40,7956	-260,5677	1664,2842
2008	7	47,5365	-6,4874	42,0862	-273,0293	1771,2464
2009	8	49,0554	-4,9685	24,6863	-122,6545	609,4124
2010	9	77,3445	23,3206	543,8525	12682,9910	295775,5332
2011	10	39,7096	-14,3143	204,8979	-2932,9613	41983,1590
2012	11	59,2362	5,2123	27,1684	141,6109	738,1234
2013	12	46,6778	-7,3461	53,9658	-396,4401	2912,3041
2014	13	48,3312	-5,6927	32,4071	-184,4849	1050,2223
X total		702,3107		1173,7104	10953,9028	376246,4024
X rata-rata		54,0239		126,7765	1210,3441	41754,3552

$$S \text{ (standar deviasi)} = \sqrt{\left[\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - P)^2}{n-1} \right]} \dots\dots\dots (2.22)$$

$$Cv \text{ (koefisien variasi)} = \frac{S}{P} \dots\dots\dots (2.23)$$

$$Cs \text{ (koefisien kemiringan)} = \frac{a}{S^3} \dots\dots\dots (2.24)$$

$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (P_i - P)^3 \dots\dots\dots (2.25)$$

$$Ck \text{ (koefisien puncak)} = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (P_i - P)^4 \dots\dots\dots (2.26)$$

Parameter-parameter berikut akan digunakan untuk mengetahui jenis distribusi data hujan yang dikategorikan dalam beberapa tipe distribusi antara lain ; Gumbel, Log Normal, Normal, Log Pearson tipe III. (Triatmodjo, 2008).

Tabel II.17 Syarat Jenis Distribusi

Jenis Distribusi	Syarat
Gumbel	Cs = 1,1396
	Ck = 5,4002
Log Normal	Cs = Cv ³ + Cv ²
	Ck = Cv ⁸ + 6Cv ⁶ + 15Cv ⁴ + 16Cv ² + 3
Normal	Cs ≈ 0
	Ck ≈ 3
	(x±s) = 68,27%
	(x±2s) = 95,44%
Log Pearson tipe III	Cs ≠ 0

II.8.3 Uji Smirnov-Kolmogorov

Tabel II.18 Nilai ΔKritik uji Smirnov Kolmogorov

n	α			
	0.20	0.10	0.05	0.01
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.30	0.34	0.40
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.20	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.18	0.18	0.20	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
n > 50	$\frac{1.07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.07}{\sqrt{n}}$

Uji Smirnov-Kolmogorov merupakan uji kecocokan yang non-parametrik karena dalam pengujiannya tidak menggunakan suatu fungsi distribusi tertentu. Uji ini dilakukan dengan melihat n pada D maksimum kemudian dibandingkan dengan D kritis yang diperoleh dari tabel. Jika D maksimum kurang dari D kritis maka uji sebaran dapat diterima.

Tabel II.19 Uji Smirnov Kolmogorov

M	Tahun	CH Rata-rata Tiap Tahun	Curah Hujan Rata-rata (Xrt)	$P(X) = M/(n+1)$	$P(x<)$	$f(t) = (X_i - X_{rt}) / S_d$	$P'(X) = M/(n-1)$	$P'(X<)$	D
1	2011	39,7096	54,0239	0,0714	0,9286	-1,4474	0,0833	0,9167	0,0119
2	2013	46,6778	54,0239	0,1429	0,8571	-0,7428	0,1667	0,8333	0,0238
3	2014	48,3312	54,0239	0,2143	0,7857	-0,5756	0,2500	0,7500	0,0357
4	2009	49,0554	54,0239	0,2857	0,7143	-0,5024	0,3333	0,6667	0,0476
5	2004	50,9428	54,0239	0,3571	0,6429	-0,3115	0,4167	0,5833	0,0595
6	2003	54,2330	54,0239	0,4286	0,5714	0,0211	0,5000	0,5000	0,0714
7	2005	56,1644	54,0239	0,5000	0,5000	0,2164	0,5833	0,4167	0,0833
8	2002	58,3371	54,0239	0,5714	0,4286	0,4361	0,6667	0,3333	0,0952
9	2007	47,6368	54,0239	0,6429	0,3571	-0,6458	0,7500	0,2500	0,1071
10	2012	59,2362	54,0239	0,7143	0,2857	0,5270	0,8333	0,1667	0,1190
11	2008	47,5365	54,0239	0,7857	0,2143	-0,6560	0,9167	0,0833	0,1310
12	2010	77,3445	54,0239	0,8571	0,1429	2,3580	1,0000	0,0000	0,1429
13	2006	67,1055	54,0239	0,9286	0,0714	1,3227	1,0833	0,0833	0,1548
TOTAL		702,3107							
Xrerata		54,0239							

II.8.4 Penentuan Jenis Distribusi

Tabel II.20 Penentuan Jenis Distribusi

No	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan		Keterangan
1	Gumbel	$C_s = 1,1396$	1,1152	\neq 1,1396	Tidak memenuhi syarat
		$C_k = 5,4002$	5,0353	\neq 5,4002	
2	Log Normal	$C_s = C_v^3 + C_v^2$	1,1152	\neq 0,0396	Tidak memenuhi syarat
		$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	5,0353	\neq 3,5533	
3	Normal	$C_s \approx 0$	1,1152	\approx 0,0000	Tidak memenuhi syarat
		$C_k \approx 3$	5,0353	\approx 3,0000	
		$(x \pm s) = 68,27\%$	63,9138	\neq 68,2700	
		$(x \pm 2s) = 95,44\%$	73,8036	\neq 95,4400	
4	Log-Pearson tipe III	$C_s \neq 0$	0,2059	\neq 0,0000	Memenuhi syarat, maka digunakan metode ini

Setelah dilakukan perhitungan sesuai table diatas, maka jenis distribusi yang digunakan adalah Log-Pearson tipe III.

II.8.5 Distribusi Log-Pearson III dan Periode Ulang

Tabel II.21 Distribusi Log-Pearson Tipe III dan Periode

n	T (tahun)	Hujan (Xi)	Log (Xi)	Log (Xrt)	(Log X - Log Xrt)	(Log X - Log Xrt)^2	(Log X - Log Xrt)^3	(Log X - Log Xrt)^4
1	2002	58,3371	1,7659	1,7326	0,0334	0,0011	0,0000	0,0000
2	2003	54,2330	1,7343	1,7326	0,0017	0,0000	0,0000	0,0000
3	2004	50,9428	1,7071	1,7326	-0,0255	0,0007	0,0000	0,0000
4	2005	56,1644	1,7495	1,7326	0,0169	0,0003	0,0000	0,0000
5	2006	67,1055	1,8268	1,7326	0,0942	0,0089	0,0008	0,0001
6	2007	47,6368	1,6779	1,7326	-0,0546	0,0030	-0,0002	0,0000
7	2008	47,5365	1,6770	1,7326	-0,0556	0,0031	-0,0002	0,0000
8	2009	49,0554	1,6907	1,7326	-0,0419	0,0018	-0,0001	0,0000
9	2010	77,3445	1,8884	1,7326	0,1558	0,0243	0,0038	0,0006
10	2011	39,7096	1,5989	1,7326	-0,1337	0,0179	-0,0024	0,0003
11	2012	59,2362	1,7726	1,7326	0,0400	0,0016	0,0001	0,0000
12	2013	46,6778	1,6691	1,7326	-0,0635	0,0040	-0,0003	0,0000
13	2014	48,3312	1,6842	1,7326	-0,0484	0,0023	-0,0001	0,0000
Total		702,3107	22,4424	22,5236	-0,0812	0,0689	0,0015	0,0010
X rerata		54,0239						

Pada perhitungan jenis distribusi ini data diubah ke dalam bentuk logaritma dengan cara menyusun data hujan (Xi) dan mencari data hujan rata-rata (Xrt) kemudian kedua data tersebut diubah menjadi data logaritma. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mencari data hujan maksimum rata-rata (log X rata-rata), standar deviasi (Log S), koefisien variasi (Log Cv) Koefisien Kemiringan / Skewness (Log Cs), dan Koefisien Keruncingan / Kortusis (Log Ck).

$$S \text{ (standar deviasi)} = \sqrt{\left[\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } P_i - \text{Log } P)^2}{n-1} \right]} \dots\dots\dots (2.27)$$

$$Cv \text{ (koefisien variasi)} = \frac{S}{P} \dots\dots\dots (2.23)$$

$$Cs \text{ (koefisien kemiringan)} = \frac{a}{S^3} \dots\dots\dots (2.24)$$

$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (\text{Log } P_i - \text{Log } P)^3 \dots\dots\dots (2.5)$$

$$C_k \text{ (koefisien keruncingan)} = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (\text{Log } P_i - \text{Log } P)^4 \dots \dots (2.26)$$

Nilai log Cs yang diperoleh kemudian digunakan untuk mencari nilai K untuk setiap periode ulang tahun tertentu pada Tabel II... kemudian setelah mendapatkan nilai K adan didapat nilai hujan maksimum pada setiap periode ulang tahun tertentu.

Tabel II.22 Nilai K distribusi Log-Pearson tipe III

Skew coefficient C _s or C _w	Return period in years						
	2	5	10	25	50	100	200
	Exceedence probability						
	0.50	0.20	0.10	0.04	0.02	0.01	0.005
3.0	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970
2.9	-0.390	0.440	1.195	2.277	3.134	4.013	4.909
2.8	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973	4.847
2.7	-0.376	0.479	1.224	2.272	3.093	3.932	4.783
2.6	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	3.899	4.718
2.5	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652
2.4	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800	4.584
2.3	-0.341	0.555	1.274	2.248	2.997	3.753	4.515
2.2	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.444
2.1	-0.319	0.592	1.294	2.230	2.942	3.656	4.372
2.0	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298
1.9	-0.294	0.627	1.310	2.207	2.881	3.553	4.223
1.8	-0.282	0.643	1.318	2.195	2.848	3.499	4.147
1.7	-0.268	0.660	1.324	2.179	2.815	3.444	4.069
1.6	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990
1.5	-0.240	0.690	1.333	2.146	2.743	3.330	3.910
1.4	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828
1.3	-0.210	0.719	1.339	2.108	2.666	3.211	3.745
1.2	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661
1.1	-0.180	0.745	1.341	2.066	2.585	3.087	3.575
1.0	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489
0.9	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401
0.8	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891	3.312
0.7	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223
0.6	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132
0.5	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041
0.4	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949
0.3	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856
0.2	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763
0.1	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670
0.0	0	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576

Tabel II.23 Hujan Maksimal pada Periode Ulang

No	Periode Ulang (Tahun)	Peluang Terlampaui (%)	S Log X	Log X Rata-rata	Cs	k (dari tabel faktor frekuensi)	Y = Log X	x (hujan maks, periode ulang) (mm)
1	1	99	0,0758	1,7263	0,3495	-2,1780	1,5613	36,4195
2	2	50	0,0758	1,7263	0,3495	-0,0330	1,7238	52,9468
3	5	20	0,0758	1,7263	0,3495	0,8300	1,7892	61,5490
4	10	10	0,0758	1,7263	0,3495	1,3010	1,8249	66,8196
5	25	4	0,0758	1,7263	0,3495	1,8180	1,8641	73,1260
6	50	2	0,0758	1,7263	0,3495	2,1590	1,8899	77,6080
7	100	1	0,0758	1,7263	0,3495	2,4720	1,9136	81,9633

II.9 Intensitas Hujan

Intensitas hujan merupakan jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan pada setiap satuan waktu, yang terjadi pada suatu kurun waktu air hujan terkonsentrasi (Wesli, 20008). Perhitungan intensitas hujan yang dilakukan

adalah dengan menggunakan metode Mononobe sesuai dengan SNI 8456-2017 tentang Sumur dan parit resapan air hujan. Curah hujan rencana yang digunakan menurut SNI 8456-2017 adalah pada periode ulang dua (2) tahunan yang didapat dari analisis frekuensi sebesar 52,9456 mm.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (2.28)$$

Keterangan :

I : Intensitas curah hujan (mm/jam)

t : Lamanya curah hujan/durasi curah hujan (jam)

R₂₄ : Curah hujan rencana dalam suatu periode ulang, yang nilainya didapat dari tahapan sebelumnya (tahapan analisis frekuensi)

$$I = \frac{52,9468}{24} \left(\frac{24}{2} \right)^{\frac{2}{3}}$$

I = 11,5633 mm/jam
I = 0,116 m/jam

II.10 Sumur Resapan

Perencanaan sumur resapan yang dilakukan pada Tugas Akhir Perancangan Infrastruktur II (TAPI II) ini mengacu pada SNI 8456 tahun 2017 tentang sumur dan parit resapan air hujan. Dalam merencanakan sumur resapan, terlebih dulu menentukan lahan atau tempat untuk membuat sumur resapan, pada proyek Hotel Kapsul ini, sumur resapan direncanakan berlokasi di antara bangunan hotel dan bangunan joglo dengan jarak minimum terhadap pondasi bangunan satu (1) meter. Tahapan selanjutnya dalam perencanaan sumur resapan adalah menentukan muka air tanah dan menentukan angka permeabilitas tanah. Kedalaman muka air tanah diasumsikan sedalam sebelas (11) meter karena pada perencanaan Daerah Aliran Sungai (DAS) digunakan data dari Praktik Perancangan Bangunan Air sebelumnya. Besar angka permeabilitas tanah (k) diasumsikan sebesar 0,036 m/jam untuk jenis tanah lanau. Diameter sumur digunakan satu (1) meter sesuai dengan ketentuan SNI.

Tabel II.24 Jarak Minimum Sumur dan Parit Resapan Air Hujan Terhadap Bangunan

No	Jenis bangunan	Sumur resapan air hujan (m)	Parit resapan air hujan (m)
1	Pondasi bangunan/tangki septik	1	1
2	Bidang resapan/sumur resapan tangki septik	5	5
3	Sumur resapan air hujan/sumur air bersih	3	-

Sumber : SNI 8456 tahun 2017

II.10.1 Menghitung Debit Andil Banjir

Perhitungan debit andil banjir digunakan rumus metode rasional berikut :

$$Q = C \times I \times A \dots \dots \dots (2.29)$$

Dengan keterangan berikut :

Q = debit andil banjir

C = koefisien aliran permukaan

I = intensitas hujan

A = luas atap

Dengan data berikut:

I : 0,00116 m/jam

A atap hotel : 627,24 m²

A atap joglo : 370,53 m²

A gedung : 1185 m²

A kawasan : 2494,47 m²

C atap hotel : 0,75

C atap joglo : 0,75

C gedung : 0,6

C Kawasan : 0,25

Maka, didapatkan hasil Q (debit) :

$$Q \text{ atap hotel} = 0,75 \times 0,00116 \times 627,27 = 5,4397 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q \text{ atap joglo} = 0,75 \times 0,00116 \times 370,53 = 3,2134 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q \text{ gedung} = 0,6 \times 0,00116 \times 1185 = 8,2215 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q \text{ kawasan} = 0,25 \times 0,00116 \times 2494,47 = 7,2111 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Angka koefisien limpasan dapat dicari menggunakan tabel di bawah ini, sedangkan angka Intensitas Hujan didapat dari perhitungan sebelumnya dan luas atap didapat dengan menggunakan *software* AutoCad.

Tabel II.25 Koefisien Aliran Permukaan (C)

Koefisien Aliran Permukaan (C) untuk Daerah Urban
(Schwab, et al, 1981, dalam Arsyad, 2006)

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

II.10.2 Menentukan Kedalaman Sumur Resapan

Perhitungan kedalaman sumur resapan dapat digunakan rumus berikut :

$$H = \frac{Q}{\omega \pi r K} \dots\dots\dots(2.30)$$

Harga $\omega = 2$, untuk sumur kosong berdinding kedap air atau sumur tanpa dinding dengan batu pengisi

Harga $\omega = 5$, untuk sumur kosong berdinding porus

Keterangan :

H : kedalaman sumur (m)

r : radius sumur (m)

K : koefisien permeabilitas tanah (m/jam)

Q ; debit andil banjir (m³/jam)

Maka, dengan data sebagai berikut didapatkan hasil perhitungan :

r : 0,5 m

K : 0,036 m/jam

Q ; Qatap hotel + Qjoglo : 8,6532 m³/jam

$$H = \frac{8,6532}{5 \cdot \pi \cdot 0,5 \cdot 0,036} = 30,6043 \text{ m}$$

Setelah dilakukan perhitungan, didapat hasil $H = 30,6043 \text{ m}$, maka digunakan jumlah sumur empat (4) buah dengan kedalaman delapan (8) m tiap sumur.

Tabel II.26 Penentuan Ukuran Perpipa-an Air Hujan Horizontal

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

II.11 Parit Resapan

Perencanaan parit resapan yang dilakukan pada Tugas Akhir Perancangan Infrastruktur II (TAPI II) ini mengacu pada SNI 8456 tahun 2017 tentang sumur dan parit resapan air hujan. Dalam merencanakan parit resapan, terlebih dulu menentukan lahan atau tempat untuk membuat parit resapan, pada proyek Hotel Kapsul ini, parit resapan direncanakan berlokasi di sekitar bangunan hotel dan bangunan joglo dengan jarak minimum terhadap pondasi bangunan satu (1) meter. Tahapan selanjutnya dalam perencanaan sumur resapan adalah menentukan muka air tanah dan menentukan angka permeabilitas tanah. Kedalaman muka air tanah diasumsikan sedalam sebelas (11) meter karena pada perencanaan Daerah Aliran Sungai (DAS) digunakan data dari Praktik Perancangan Bangunan Air sebelumnya. Besar angka permeabilitas tanah (k) diasumsikan sebesar 0,036 m/jam untuk jenis tanah lanau.

Tabel II.27 Jarak Minimum Sumur dan Parit Resapan Air Hujan Terhadap Bangunan

No	Jenis bangunan	Sumur resapan air hujan (m)	Parit resapan air hujan (m)
1	Pondasi bangunan/tangki septik	1	1
2	Bidang resapan/sumur resapan tangki septik	5	5
3	Sumur resapan air hujan/sumur air bersih	3	-

Sumber : SNI 8456 tahun 2017

II.11.1 Menghitung Debit Andil Banjir

Perhitungan debit andil banjir digunakan rumus metode rasional berikut :

$$Q = C \times I \times A \dots\dots\dots(2.31)$$

Dengan keterangan berikut :

Q = debit andil banjir

C = koefisien aliran permukaan

I = intensitas hujan

A = luas atap

Dengan data berikut:

I : 0,00116 m/jam

A atap hotel : 627,24 m²

A atap joglo : 370,53 m²

A gedung : 1185 m²

A Kawasan : 2494,47 m²

C atap hotel : 0,75

C atap joglo : 0,75

C gedung : 0,6

C Kawasan : 0,25

Maka, didapatkan hasil Q (debit) :

$$Q \text{ atap hotel} = 0,75 \times 0,00116 \times 627,27 = 5,4397 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q \text{ atap joglo} = 0,75 \times 0,00116 \times 370,53 = 3,2134 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q \text{ gedung} = 0,6 \times 0,00116 \times 1185 = 8,2215 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q \text{ kawasan} = 0,25 \times 0,00116 \times 2494,47 = 7,2111 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Angka koefisien limpasan dapat dicari menggunakan tabel di bawah ini, sedangkan angka Intensitas Hujan didapat dari perhitungan sebelumnya dan luas atap didapat dengan menggunakan *software* AutoCad.

Tabel II.28 Koefisien Aliran Permukaan (C)

Koefisien Aliran Permukaan (C) untuk Daerah Urban
(Schwab, et al, 1981, dalam Arsyad, 2006)

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

II.11.2 Menentukan Panjang Parit Resapan

Perhitungan panjang parit resapan dapat dilakukan dengan rumus berikut :

$$B = \frac{Q^2}{\beta b H^2 K^2} \dots\dots\dots(2.32)$$

Harga $\beta = 16$, untuk parit kosong berdinding kedap air atau parit tanpa dinding dengan batu pengisi

Harga $\beta = 40$, untuk parit kosong berdinding porous.

Keterangan :

H : kedalaman parit (m)

B : panjang parit (m)

b : lebar parit (m)

K : koefisien permeabilitas tanah (m/jam)

Q : debit andil banjir (m³/jam)

Maka, dengan data sebagai berikut didapatkan hasil perhitungan :

H : 1,5 m

b : 0,5 m

K : 0,036 m/jam

Q : 7,2111 m³/jam

$$B = \frac{7,2111^2}{40 \cdot 0,5 \cdot 1,5^2 \cdot 0,036^2} = 0,8916 \text{ km}$$

