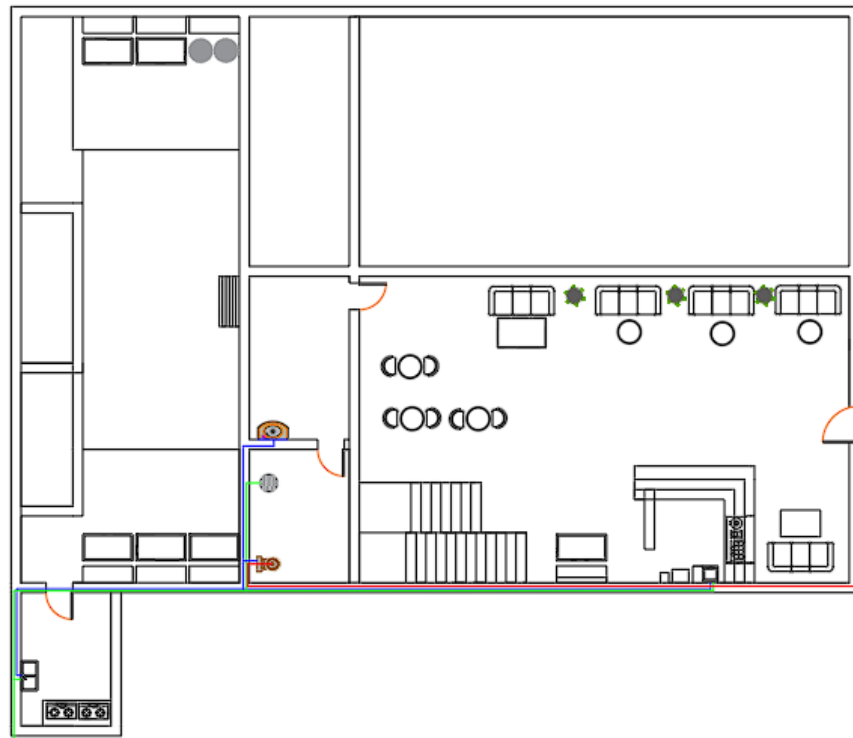


BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 *Site Plant* dan Gambaran Umum

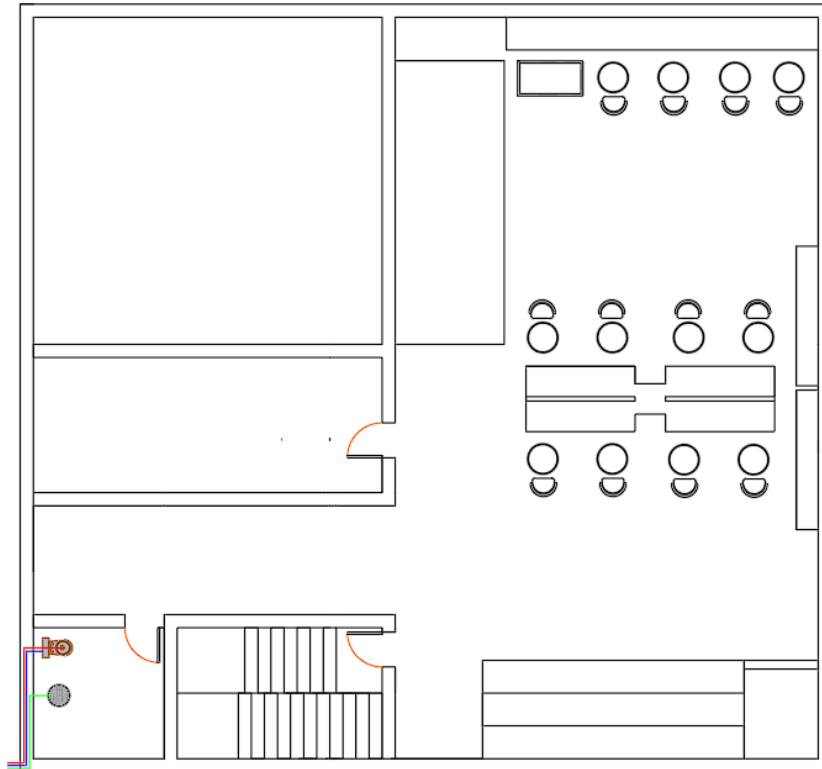
Pada penelitian ini, tempat penelitian berlokasi di kota serang yang memiliki dua tingkat, dan luas 350 m². Tempat ini bergerak di bidang restoran, yang pastinya membutuhkan air bersih dan perencanaan sistem plambing yang baik. Jumlah rata-rata pelanggan perharinya sekitar 40-50 orang/hari. Berikut dibawah ini gambar denah dari tempat penelitian yang bisa dilihat sebagai berikut:



Gambar 4. 1 Lantai 1 Restoran

Dilihat pada gambar diatas, alat saniter yang digunakan yaitu seperti 1 wastafel, 2 *kitchen sink*, dan 1 kloset. Garis biru menggambarkan skematik perpipaan untuk air bersih, garis merah menggambarkan skematik perpipaan untuk air kotor yang akan disalurkan ke *septictank*, dan garis hijau

menggambarkan skematik perpipaan untuk air bekas. Kemudian adapun gambar denah dari lantai 2 yaitu sebagai berikut:



Gambar 4.2 Lantai 2 Restoran

Kemudian bisa dilihat pada gambar di atas, denah lantai 2 memiliki satu alat saniter yaitu kloset. Dapat dilihat gambar skematik perpipaan diatas, sistem perpipaan di restoran ini dirancang untuk menyediakan air bersih dan membuang air limbah secara efektif. Sistem ini terdiri dari sumber air PDAM, toren air berkapasitas 500 liter, jaringan pipa PVC dengan diameter 1", serta dua jenis pipa pembuangan yaitu pipa pembuangan air kotor dengan diameter 2" dan air bekas berdiameter sama yaitu 2".

4.2 Perhitungan Air Bersih

Perhitungan air bersih merupakan langkah penting dalam pengelolaan air yang bertanggung jawab dan berkelanjutan. Dengan mengetahui berapa banyak air yang kita konsumsi, kita dapat menghitung dan menghemat air. Analisis

kebutuhan air bersih menggunakan penggunaan alat saniter, alat saniter yang digunakan pada toilet umum adalah kloset katup gelontor dan bak cuci tangan (Kementerian Kebudayaan dan Pariwisata, 2004; Adiwoso, 2016).

Tabel 4.1 Jumlah alat saniter yang digunakan

No	Alat Saniter	Pemakaian Air Untuk Penggunaan Satu Kali (liter)	Waktu pengisian (detik)	Jumlah Alat Saniter	Frekuensi Pemakaian Per Jam
1	Kloset katup gelontor	15	10	2	5
2	Bak cuci tangan kecil	10	18	1	10
3	Bak cuci dapur, dgn kran 20 mm	25	60	2	5

Diasumsikan penggunaan air untuk kloset katup gelontor, bak cuci tangan, dan bak cuci dapur masing-masing adalah 5, 10, 5 kali penggunaan alat, sehingga kebutuhan air bersih perjam nya adalah:

$$\text{Kloset} = 15 \text{ l} \times 5 \text{ kali/jam} \times 2 = 150 \text{ l/jam}$$

$$\text{Bak cuci tangan} = 10 \text{ l} \times 10 \text{ kali/jam} \times 1 = 100 \text{ l/jam}$$

$$\text{Bak cuci dapur} = 25 \text{ l} \times 5 \text{ kali/jam} \times 2 = 250 \text{ l/jam}$$

$$\text{Jumlah} = 500 \text{ l/jam}$$

4.2.1 Perhitungan Pemakaian Air Bersih

1. Berdasarkan Jumlah Pelanggan

Berdasarkan jumlah pelanggan kita dapat menghitung pemakaian air bersih. Jika jumlah pelanggan tidak diketahui, maka kita dapat memperkirakan dengan cara menghitung berdasarkan luas lantai efektif serta menetapkan kepadatan hunian, misal 5 s/d 15 m² per orang (diambil 5 m² orang). Kemudian adapun jumlah karyawan yang menghuni tempat sebanyak 6 orang, maka:

Dari denah dapat dihitung luas lantai efektif:

$$\begin{aligned} \text{Luas Lantai Bangunan} & : P \times L \\ & : 25 \text{ m} \times 14 \text{ m} \\ & : 350 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas Efektif} & : LB \times 70\% \\
 & : 350 \text{ m}^2 \times 70\% \\
 & : 245 \text{ m}^2 \\
 \text{Jumlah Total Pelanggan/m}^2 & : \frac{245 \text{ m}^2}{5} : 49 + 6 = 55 \text{ Orang}
 \end{aligned}$$

Sesuai pedoman dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, dan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 986/Menkes/Per/XI/1992, total kapasitas aliran dihitung berdasarkan tabel standar kebutuhan air per individu per hari, seperti berikut:

Tabel 4.2 Standar Penggunaan Gedung (SNI 7065-2005)

No	Penggunaan Gedung	Pemakaian Air	Satuan
1	Rumah tinggal	120	Liter/penghuni/hari
2	Rumah susun	100	Liter/penghuni/hari
3	Asrama	120	Liter/penghuni/hari
4	Rumah sakit	500	Liter/tempat tidur pasien/hari
5	Sekolah dasar	40	Liter/siswa/hari
6	SLTP	50	Liter/siswa/hari
7	SMU/SMK	80	Liter/siswa/hari
8	Ruko/rukan	100	Liter/penghuni dan pegawai/hari
9	Kantor/pabrik	50	Liter/pegawai/hari
10	Toserba/toko pengecer	5	Liter/m
11	Restoran	15	Liter/kursi
12	Hotel berbintang	250	Liter/tempat tidur/hari
13	Hotel/penginapan	150	Liter/tempat tidur/hari
14	Gd.pertunjukan/bioskop	10	Liter/kursi
15	Gd.serbaguna	25	Liter/kursi
16	Stasisun/terminal	3	Liter/penumpang
17	Peribadaan	5	Liter/orang

Sistem perpipaan ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan air di restoran, dengan konsumsi air per kursi per hari mencapai 15 liter. Kebutuhan air harus dikalikan 150% sesuai dengan buku panduan dari Sularso.

a. Pemakaian air per hari (Noerbambang, 2005).

$$Q = 55 \times 15 \text{ liter/kursi} \times 1.5$$

$$Q = 1237,5 \text{ liter/hari}$$

$$Q = 1,2375 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q = 0,05156 \text{ m}^3/\text{Jam}$$

$$Q = 0,0008593 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$$Q = 0,000001432 \text{ m}^3/\text{detik}$$

b. Pemakaian air rata-rata sehari (Noerbambang, 2005).

$$Q_d = 120\% \times Q$$

$$Q_d = 120\% \times 1,2375$$

$$Q_d = 1,485 \text{ m}^3/\text{hari}$$

c. Pemakaian air rata-rata (Noerbambang, 2005).

Jangka waktu pemakain air rata-rata (h) = 8 jam

$$Q_h = \frac{Q_d}{h}$$

$$Q_h = \frac{1,485 \text{ m}^3/\text{hari}}{8 \text{ Jam}}$$

$$Q_h = 0,1856 \text{ m}^3/\text{hari}$$

d. Pemakaian air pada jam puncak (Noerbambang, 2005).

$$C_1 = 1.5 - 2 \text{ (diambil } C_1 = 2)$$

$$Q_{h \text{ max}} = C_1 \times Q_h$$

$$Q_{h \text{ max}} = 2 \times 0,1856 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q_{h \text{ max}} = 0,3712 \text{ m}^3/\text{hari}$$

e. Pemakaian air pada menit puncak (Noerbambang, 2005).

$$C_2 = 3 - 4 \text{ (diambil } C_2 = 4)$$

$$Q_{m \text{ max}} = C_2 \times \left(\frac{Q_h}{60}\right)$$

$$Q_{m \text{ max}} = 4 \times \left(\frac{0,1856 \text{ m}^3/\text{hari}}{60}\right)$$

$$Q_{m\max} = 0,01237 \text{ m}^3/\text{hari}$$

2. Reservoir Bawah

Dalam perencanaan reservoir bawah, perhitungan dimaksudkan untuk memastikan penyediaan air selama satu hari dengan tambahan faktor keamanan sebesar 1,25 sehingga hasilnya adalah: (Ubaedilah, 2016).

$$Vb = Q \times 24 \text{ jam} \times 1.25$$

$$Vb = 0,05156 \text{ m}^3/\text{Jam} \times 24 \text{ jam} \times 1.25$$

$$Vb = 1,5468 \text{ m}^3$$

3. Volume Air Buangan

Berdasarkan volume air buangan ditaksir 90% pemakaian air menjadi limbah (Samin, 2019).

➤ Jumlah air buangan rata-rata

$$\begin{aligned} 90\% \times Q_h &= 90\% \times 0,1856 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 0,1670 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

➤ Jumlah air buangan pada beban puncak

Pada jam puncak:

$$\begin{aligned} 90\% \times Q_h \max &= 90\% \times 0,3712 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 0,3341 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Pada menit puncak:

$$\begin{aligned} 90\% \times Q_m \max &= 90\% \times 0,0123 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 0,0111 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

4.2.2 Kebutuhan Air Bersih

1. Rencana diameter pipa instalasi air bersih (Kusuma, 2022).

Pengukuran diameter pipa penyaluran air bersih dilakukan secara individual untuk memastikan pasokan air yang optimal ke setiap peralatan *plumbing*. Kegiatan ini dimulai dengan mengukur diameter pipa pada peralatan *plumbing* yang terjauh dari sumber air di setiap lantai. Hasil pengukuran ini kemudian digunakan untuk menentukan diameter pipa yang diperlukan untuk memasok air yang cukup ke setiap peralatan *plumbing*, sesuai dengan persyaratan dan kebutuhan masing-masing. Perhitungan diameter pipa untuk menyalurkan air

bersih bisa dilakukan dengan menggunakan rumus utama yang didasarkan pada kecepatan aliran air (Samin, 2019).

$$Q = V \times A$$

Dimana:

Q = Laju aliran air yang dibutuhkan (m^3/s)

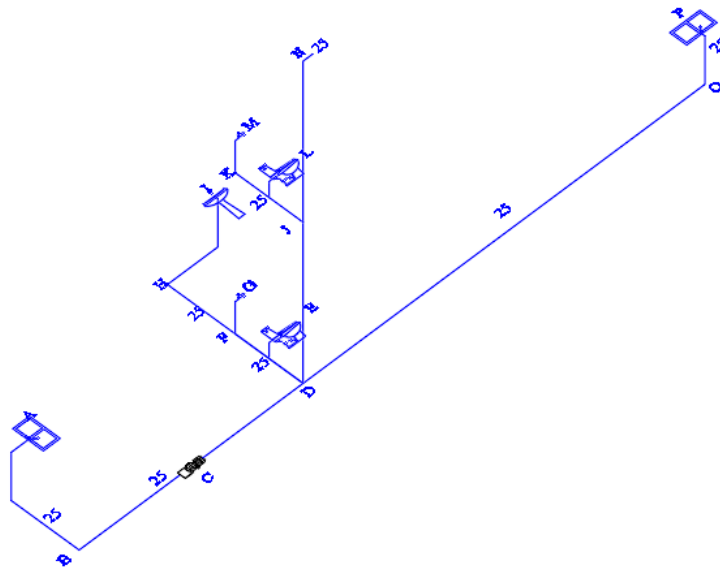
V = Kecepatan aliran air yang melalui pipa (m/s) asumsi $2 m/s$

A = Luas penampang pipa (m^2)

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0,0005 m^3/s}{\pi \times 2 m/s}}$$

$D = 0,017 m$ (17 mm), diameter pipa yang diambil yaitu 1”.



Gambar 4.3 Isometri Pipa Air Bersih

Bisa dilihat pada skematik pipa air bersih yang ada pada restoran ini. Kemudian adapun diameter pipa yang digunakan pada restoran bisa dilihat pada tabel dibawah ini berikut dengan alat plambing dan unit beban alat plambing.

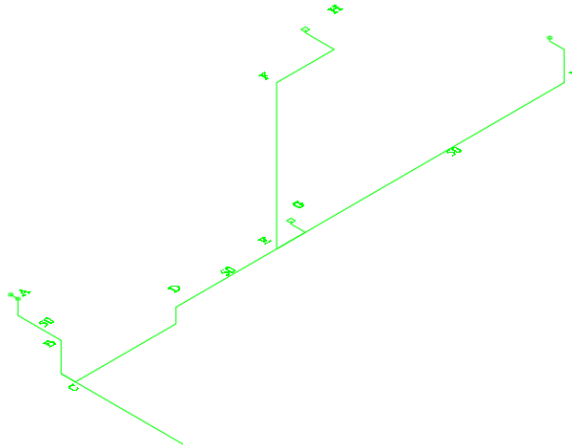
Tabel 4.3 Unit Beban Alat Plambing

No	Unit Beban Alat Plambing	Pribadi	Umum
1	Bak cuci tangan	1	2
2	Bak cuci dapur	2	2
3	Kloset dengan katup glontor	6	10

Dapat dilihat tabel diatas menunjukkan unit beban alat plambing, setiap alat plambing mempunyai nilai yang berbeda-beda. Pada restoran ini alat plambing yang digunakan yaitu seperti bak cuci tangan, bak cuci dapur, dan kloset dengan katup glontor. Adapun diameter pipa yang digunakan pada tiap-tiap alat plambing yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.4 Diameter Pipa plambing untuk air bersih

Daerah	Alat Plambing	Unit alat beban plambing	Jumlah alat plambing	Ukuran Pipa	Kecepatan
a-b	Bak cuci dapur	2	1	1"	2 m/s
c-d	-	2	-	1"	2 m/s
d-e	Kloset	10	1	1"	2 m/s
f-g	Kran	1	1	1"	2 m/s
h-i	Wastafel	1	1	1"	2 m/s
j-l	Kloset	10	1	1"	2 m/s
k-m	Kran	1	1	1"	2 m/s
o-p	Bak Cuci dapur	2	1	1"	2 m/s

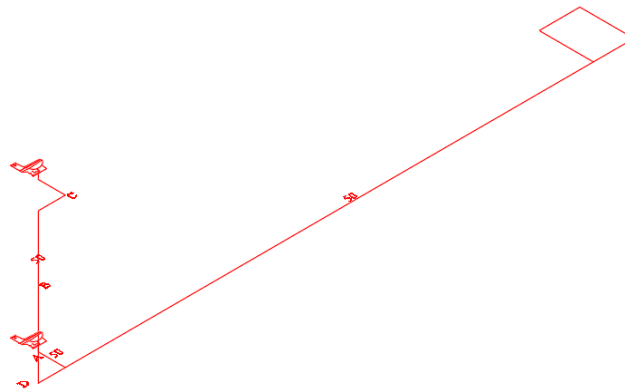


Gambar 4.4 Isometri Pipa Air Bekas

Bisa dilihat pada skematik pipa air bekas yang ada pada restoran ini. Kemudian adapun diameter pipa yang digunakan pada restoran bisa dilihat pada tabel dibawah ini berikut dengan alat plambing yang digunakan.

Tabel 4.5 Diameter Pipa plambing untuk air bekas

Daerah	Alat Plambing	Unit alat beban plambing	Jumlah alat plambing	Ukuran Pipa	Kecepatan
a-b	Bak cuci dapur	2	1	2"	2 m/s
e-g	Floor Drain	2	1	2"	2 m/s
f-h	Floor Drain	2	1	2"	2 m/s
i-j	Bak cuci dapur	2	1	2"	2 m/s



Gambar 4.5 Isometri Pipa *Septictank*

Bisa dilihat pada skematik pipa air kotor yang ada pada restoran ini. Kemudian adapun diameter pipa yang digunakan pada restoran bisa dilihat pada tabel dibawah ini berikut dengan alat plambing yang digunakan

Tabel 4.6 Diameter Pipa plambing untuk air kotor

Daerah	Alat Plambing	Unit alat beban plambing	Jumlah alat plambing	Ukuran Pipa	Kecepatan
a-d	Kloset	10	1	2"	2 m/s
c-b	Kloset	10	1	2"	2 m/s
d-e	-	2	-	2"	2 m/s

Adapun spesifikasi ukuran pipa yang tersedia di pasaran. Pipa yang digunakan pada restoran ini menggunakan pipa berukuran 1" dan 2" dan memiliki material yaitu PVC.

Tabel 4.7 Ukuran Pipa PVC.

Diameter		Diameter Luar (mm)	Keterangan
Ø (mm)	Ø (Inch)		
16	½"	22	Pipa PVC
20	¾"	26	Pipa PVC
25	1"	32	Pipa PVC, Pada gambar 4.4 ukuran pipa ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih.
35	1 ¼"	42	Pipa PVC
40	1 ½"	48	Pipa PVC
50	2"	60	Pipa PVC, Pada gambar 4.5 dan 4.6 ukuran pipa ini digunakan untuk menyalurkan air kotor pada restoran/.
65	2 ½"	76	Pipa PVC
75	3"	89	Pipa PVC
100	4"	114	Pipa PVC
125	5"	140	Pipa PVC
150	6"	165	Pipa PVC
200	8"	216	Pipa PVC
250	10"	267	Pipa PVC
300	12"	318	Pipa PVC

Kapasitas pompa sumur. Secara umum sistem penyediaan air bersih antara lain yaitu kecepatan aliran yang berada didalam pipa maksimal 2 m/detik (SNI-03-7065-2005). Spesifikasi pompa yang digunakan pada *restaurant* ini yaitu sebagai berikut:

- *Output* (W) = 500 Watt
- *Input* (kW) = 1,21 kW
- *Daya Hisap Max* (m) = 50 m
- *Total Head Max* (m) = 80 m
- *Kapasitas Max* (L/min) = 32 L/min = 0,5 L/s
- *Head* (m) = 30 m | 56 m
- *Kapasitas* (liter/min) = 27 m | 17 m
- *Pipa Hisap* (Inch) = 1 ¼"
- *Pipa Tekan* (inch) = 1"
- *Pipa Dorong* (Inch) = 1"
- *Berat* (Kg) = 27,5 Kg

2. Perhitungan *Head* Pompa

Diketahui head pompa pada *restaurant* yaitu sebesar 30 m | 56 m

Losses pada pipa hisap (suction):

Panjang pipa hisap (L) = 5 m

$D = 1 \frac{1}{4}'' = 31,75 \text{ mm} = 0,03175 \text{ m}$

$C = 145$ (*jenis pipa PVC*)

$D = 12,49 \text{ mm}$

$Q = 0,0005 \text{ m}^3/\text{s}$ (0,5 L/s)

Tabel 4.8 Koefisien Kehalusan Pipa

Jenis Pipa	Koefisien Kehalusan (C)
Pipa Besi Cor (baru)	130
Pipa Besi Cor (Tua)	100
Pipa Baja (baru)	120-130
Pipa Baja (Tua)	80-100
Pipa dengan lapisan semen	130-140
Pipa dengan lapisan Asphalt	130-140

Pipa PVC	140-150
Pipa besi Galvanis	110-120
Pipa Beton (baru)	120-130
Pipa beton (lama)	105-110
Alumunium	135-140
Pipa Bambu (Betung, eulung, tali)	70-90

- **Losses untuk Kloset**

Losses pada pipa hisap (*suction*) untuk kloset:

Panjang pipa hisap (L) = 5 m

$D = 1'' = 0,0254 \text{ m}$

$C = 145$ (*jenis pipa PVC*)

$Q = 5 \text{ l/min}$ ($0,000083 \text{ m}^3/\text{s}$)

$$H_f = \frac{10.666 \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times d^{4.85}} \times L$$

$$H_f = \frac{10.666 \times 0.000083 \text{ m}^3/\text{s}^{1.85}}{145^{1.85} \times 0.0254 \text{ m}^{4.85}} \times 5 \text{ m}$$

$$H_f = 0.0082 \text{ m}$$

Losses pada pipa buang (*discharge*) untuk kloset:

Panjang pipa hisap (L) = 20 m

$D = 2'' = 0,050 \text{ m}$

$C = 145$ (*jenis pipa PVC*)

$Q = 5 \text{ l/min}$ ($0,000083 \text{ m}^3/\text{s}$)

$$H_f = \frac{10.666 \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times d^{4.85}} \times L$$

$$H_f = \frac{10.666 \times 0.000083 \text{ m}^3/\text{s}^{1.85}}{145^{1.85} \times 0.050 \text{ m}^{4.85}} \times 20 \text{ m}$$

$$H_f = 0,0012 \text{ m}$$

Minor losses (H_m):

Head akibat 2 elbow 90° ($k=0.3$)

$$H_{m1} = k \frac{v^2}{2 \times g}$$

$$H_{m1} = 0.3 \frac{2^2}{2 \times 9.81}$$

$$H_{m1} = 0.06 \text{ m}$$

Head akibat 1 *check valve* ($k=2$)

$$H_{m2} = k \frac{v^2}{2 \times g}$$

$$H_{m2} = 2 \frac{2^2}{2 \times 9.81}$$

$$H_{m2} = 0.4 \text{ m}$$

$$H_{m\text{total}} = H_{m1} + H_{m2}$$

$$H_{m\text{total}} = 0,06 \text{ m} + 0,4 \text{ m}$$

$$H_{m\text{total}} = 0,46 \text{ m}$$

$$H_{f\text{total}} = H_{f\text{suction kloset}} + H_{f\text{discharge kloset}}$$

$$H_{f\text{total}} = 0,0082 \text{ m} + 0,0012 \text{ m}$$

$$H_{f\text{total}} = 0,0094 \text{ m}$$

- **Losses untuk kamar mandi**

Losses pada pipa hisap (*suction*) untuk kamar mandi:

Panjang pipa hisap (L) = 5 m

$$D = 1" = 0,0254 \text{ m}$$

$C = 145$ (*jenis pipa PVC*)

$Q = 9 \text{ l/min}$ ($0,00015 \text{ m}^3/\text{s}$)

$$H_f = \frac{10.666 \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times d^{4.85}} \times L$$

$$H_f = \frac{10.666 \times 0.00015 \text{ m}^3/\text{s}^{1.85}}{145^{1.85} \times 0.0254 \text{ m}^{4.85}} \times 5 \text{ m}$$

$$H_f = 0.0245 \text{ m}$$

Losses pada pipa buang (*discharge*) untuk kamar mandi:

Panjang pipa buang (L) = 15 m

$$D = 1" = 0,0254 \text{ m}$$

$C = 145$ (*jenis pipa PVC*)

$Q = 9 \text{ l/min}$ ($0,00015 \text{ m}^3/\text{s}$)

$$H_f = \frac{10.666 \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times d^{4.85}} \times L$$

$$H_f = \frac{10.666 \times 0.00015 \text{ m}^3/\text{s}^{1.85}}{145^{1.85} \times 0.0254 \text{ m}^{4.85}} \times 15 \text{ m}$$

$$H_f = 0.0737 \text{ m}$$

Minor losses (H_m):

Head akibat elbow 90° ($k=0.3$)

$$H_{m1} = k \frac{v^2}{2 \times g}$$

$$H_{m1} = 0.3 \frac{2^2}{2 \times 9.81}$$

$$H_{m1} = 0.06 \text{ m}$$

Head akibat 1 *check valve* ($k=2$)

$$H_{m2} = k \frac{v^2}{2 \times g}$$

$$H_{m2} = 2 \frac{2^2}{2 \times 9.81}$$

$$H_{m2} = 0.4 \text{ m}$$

$$H_{m\text{total}} = H_{m1} + H_{m2}$$

$$H_{m\text{total}} = 0,06 \text{ m} + 0,4 \text{ m}$$

$$H_{m\text{total}} = 0,46 \text{ m}$$

$$H_{f\text{total}} = H_{f \text{ kamar mandi}} + H_{f \text{ discharge kamar mandi}}$$

$$H_{f\text{total}} = 0,0245 \text{ m} + 0,0737 \text{ m}$$

$$H_{f\text{total}} = 0,0982 \text{ m}$$

- **Losses untuk kitchen sink**

Losses pada pipa hisap (*suction*) untuk *kitchen sink*:

Panjang pipa hisap (L) = 5 m

$$D = 2" = 0,050 \text{ m}$$

$C = 145$ (*jenis pipa PVC*)

$$Q = 15 \text{ l/min} (0,00025 \text{ m}^3/\text{s})$$

$$H_f = \frac{10.666 \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times d^{4.85}} \times L$$

$$H_f = \frac{10.666 \times 0.00025 \text{ m}^3/\text{s}^{1.85}}{145^{1.85} \times 0.050 \text{ m}^{4.85}} \times 5 \text{ m}$$

$$H_f = 0.00334 \text{ m}$$

Losses pada pipa buang (*discharge*) untuk kitchen sink:

Panjang pipa buang (L) = 15 m

$D = 2'' = 0,050 \text{ m}$

$C = 145$ (*jenis pipa PVC*)

$Q = 15 \text{ l/min}$ ($0,00025 \text{ m}^3/\text{s}$)

$$H_f = \frac{10.666 \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times d^{4.85}} \times L$$

$$H_f = \frac{10.666 \times 0.00025 \text{ m}^3/\text{s}^{1.85}}{145^{1.85} \times 0.050 \text{ m}^{4.85}} \times 15 \text{ m}$$

$$H_f = 0.001 \text{ m}$$

Minor losses (H_m):

Head akibat elbow 90° ($k=0.3$)

$$H_{m1} = k \frac{v^2}{2 \times g}$$

$$H_{m1} = 0.3 \frac{2^2}{2 \times 9.81}$$

$$H_{m1} = 0.06 \text{ m}$$

Head akibat 1 *check valve* ($k=2$)

$$H_{m2} = k \frac{v^2}{2 \times g}$$

$$H_{m2} = 2 \frac{2^2}{2 \times 9.81}$$

$$H_{m2} = 0.4 \text{ m}$$

$$H_{m\text{total}} = H_{m1} + H_{m2}$$

$$H_{m\text{total}} = 0,06 \text{ m} + 0,4 \text{ m}$$

$$H_{m\text{total}} = 0,46 \text{ m}$$

$$H_{f\text{total}} = H_{f \text{ suction kitchensink}} + H_{f \text{ discharge kitchen sink}}$$

$$H_{f\text{total}} = 0,00334 \text{ m} + 0,001 \text{ m}$$

$$H_{f\text{total}} = 0,0044 \text{ m}$$

- **Losses untuk handwash-basin**

Losses pada pipa hisap (*suction*) untuk *handwash-basin*:

Panjang pipa hisap (L) = 5 m

$D = 1'' = 0,0254 \text{ m}$

$C = 145$ (jenis pipa PVC)

$Q = 6 \text{ l/min}, 0,0001 \text{ m}^3/\text{s}$

$$H_f = \frac{10.666 \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times d^{4.85}} \times L$$

$$H_f = \frac{10.666 \times 0.0001 \text{ m}^3/\text{s}^{1.85}}{145^{1.85} \times 0.0254 \text{ m}^{4.85}} \times 5 \text{ m}$$

$$H_f = 0.0116 \text{ m}$$

Losses pada pipa buang (*discharge*) untuk *handwash-basin*:

Panjang pipa buang (L) = 15 m

$D = 1'' = 0,0254 \text{ m}$

$C = 145$ (jenis pipa PVC)

$Q = 6 \text{ l/min}, 0,0001 \text{ m}^3/\text{s}$

$$H_f = \frac{10.666 \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times d^{4.85}} \times L$$

$$H_f = \frac{10.666 \times 0.0001 \text{ m}^3/\text{s}^{1.85}}{145^{1.85} \times 0.0254 \text{ m}^{4.85}} \times 15 \text{ m}$$

$$H_f = 0.0348 \text{ m}$$

$$H_{f\text{total}} = H_{f\text{suction handwash basin}}$$

$$+ H_{f\text{discharge handwashbasin}}$$

$$H_{f\text{total}} = 0,0116 \text{ m} + 0,0348 \text{ m}$$

$$H_{f\text{total}} = 0,0464 \text{ m}$$

$$H_{\text{sistem}} = H_{f\text{total}} + H_{m\text{total}}$$

$$H_{\text{sistem}} = (0,0094 + 0,0982 \text{ m} + 0,0044 \text{ m} + 0,0464 \text{ m}) + 0,46 \text{ m} + 0,46 \text{ m} + 0,46 \text{ m} + 0,46 \text{ m}$$

$$H_{\text{sistem}} = 1,9984 \text{ m}$$

$$H_{\text{pompa}} = H_{\text{statis}} + H_{\text{sistem}}$$

$$H_{\text{pompa}} = 15 \text{ m} + 1,9984 \text{ m}$$

$$H_{\text{pompa}} = 16,99 \text{ m}$$

3. Pemilihan Pompa

Berdasarkan perhitungan diatas, didapatkan data-data yaitu seperti dibawah ini:

$$Q_{kloset} = 5 \text{ liter/min (0,083 liter/sec)}$$

$$Q_{kamar \text{ mandi}} = 9 \text{ liter/min (0,15 liter/sec)}$$

$$Q_{kitchensink} = 15 \text{ liter/min (0,25 liter/sec)}$$

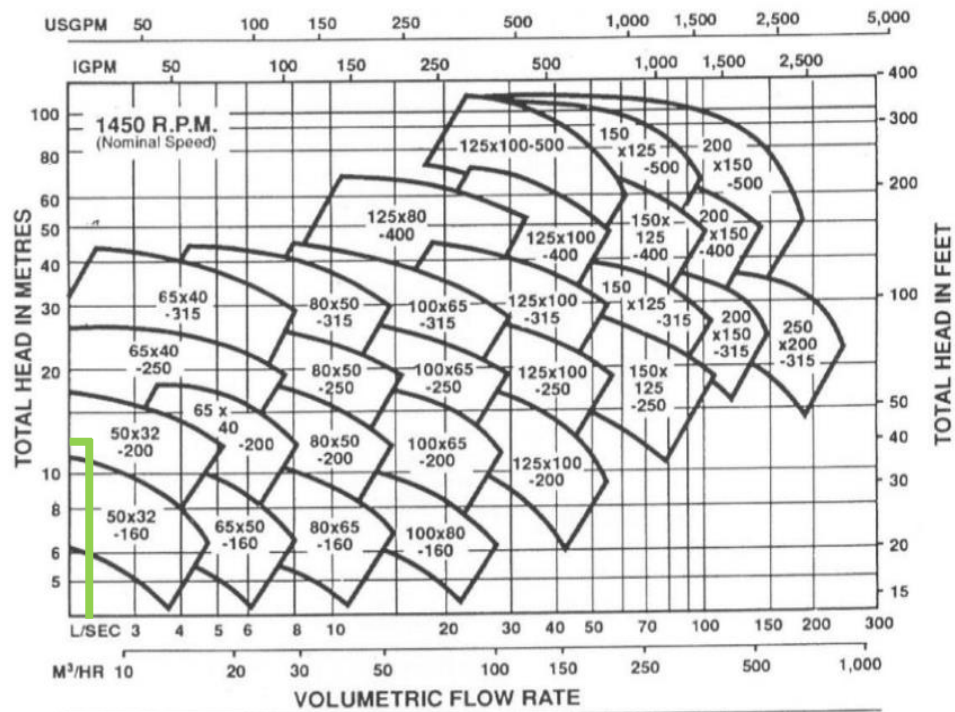
$$Q_{handwashbasin} = 6 \text{ liter/min (0,1 liter/sec)}$$

$$Q_{Total} = 0,583 \text{ liter/sec}$$

$$\text{Head Pompa} = 16,99 \text{ m}$$

Jika dilihat pada grafik karakteristik pompa sentrifugal grundfos, maka didapatkan tipe pompa $50 \times 32 - 200$

SELECTION CHART 1450/2900 RPM



Gambar 4.6 Grafik Pompa Sentrifugal *Grundfos*

(Sumber : www.pompabandung.com)

Tabel 4.9 Centrifugal Pump Technical Data

PUMP MODEL	SHAFT NO.	PUMP DIMENSIONS						MOUNTING DIMENSIONS										BOLT HOLES		SHAFT END		GAP *	WEIGHT (lbs)
		INLET	OUTLET	IMP DIA	A	F	H1	H2	B	M1	M2	N1	N2	N3	T1	T2	W	S1	S2	D	L		
50x32-160	1	2.00	1.25	6.25	3.15	15.16	5.2	6.3	1.97	3.94	2.76	9.45	7.48	4.33	0.47	0.24	11.22	0.5	0.5	0.94	1.97	3.94	95
50x32-200	1	2.00	1.25	8.00	3.15	15.16	6.3	7.09	1.97	3.94	2.76	9.45	7.48	4.33	0.51	0.24	11.22	0.5	0.5	0.94	1.97	3.94	108
65x50-160	1	2.50	2.00	6.25	3.15	15.16	5.2	6.3	1.97	3.94	2.76	9.45	7.48	4.33	0.47	0.24	11.22	0.5	0.5	0.94	1.97	3.94	97
65x40-200	1	2.50	1.50	8.00	3.94	15.16	6.3	7.09	1.97	3.94	2.76	10.43	8.35	4.33	0.51	0.24	11.22	0.5	0.5	0.94	1.97	3.94	112
65x40-250	2	2.50	1.50	10.00	3.94	19.69	7.09	8.86	2.56	4.92	3.74	12.6	9.84	4.33	0.56	0.24	14.57	0.5	0.5	1.26	3.15	3.94	157
65x40-315	2	2.50	1.50	12.50	4.92	19.69	7.87	9.84	2.56	4.92	3.74	13.58	11.02	4.33	0.63	0.24	14.57	0.5	0.5	1.26	3.15	3.94	198
80x65-160	1	3.00	2.50	6.25	3.94	15.16	6.3	7.09	1.97	3.94	2.76	10.43	8.35	4.33	0.51	0.24	11.22	0.5	0.5	0.94	1.97	3.94	108
80x50-200	1	3.00	2.00	8.00	3.94	15.16	6.3	7.87	1.97	3.94	2.76	10.43	8.35	4.33	0.51	0.24	11.22	0.5	0.5	0.94	1.97	3.94	117
80x50-250	2	3.00	2.00	10.00	4.92	19.69	7.09	8.86	2.56	4.92	3.74	12.6	9.84	4.33	0.59	0.24	14.57	0.5	0.5	1.26	3.15	3.94	168
80x50-315	2	3.00	2.00	12.50	4.92	19.69	7.87	9.84	2.56	4.92	3.74	13.58	11.02	4.33	0.71	0.24	14.57	0.5	0.5	1.26	3.15	3.94	207
100x80-160	2	4.00	3.25	6.25	3.94	19.69	6.3	7.87	2.56	4.92	3.74	11.02	8.35	4.33	0.55	0.24	14.57	0.5	0.5	1.26	3.15	3.94	150
100x65-200	2	4.00	2.50	8.00	3.94	19.69	7.09	8.86	2.56	4.92	3.74	12.6	9.84	4.33	0.59	0.24	14.57	0.5	0.5	1.26	3.15	5.51	159
100x65-250	2	4.00	2.50	10.00	4.92	19.69	7.87	9.84	3.15	6.3	4.72	14.17	11.02	4.33	0.63	0.24	14.57	0.63	0.5	1.26	3.15	5.51	185
100x65-315	3	4.00	2.50	12.50	4.92	20.87	8.86	11.02	3.15	6.3	4.72	15.75	12.4	4.33	0.71	0.31	14.57	0.63	0.5	1.65	3.3	5.51	269
125x80-200	2	5.00	3.00	8.00	4.92	19.69	7.09	9.84	2.56	4.92	3.74	13.58	11.02	4.33	0.63	0.24	14.57	0.5	0.5	1.26	3.15	5.51	179
125x60-250	2	5.00	3.00	10.00	4.92	19.69	7.87	11.02	3.15	6.3	4.72	15.75	12.4	4.33	0.71	0.31	14.57	0.63	0.5	1.26	3.15	5.51	194
125x80-315	3	5.00	3.00	12.50	4.92	20.87	9.84	12.4	3.15	6.3	4.72	15.75	12.4	4.33	0.79	0.31	14.57	0.63	0.5	1.65	3.3	5.51	287
125x80-400	3	5.00	3.00	16.00	4.92	20.87	11.02	13.98	3.15	6.3	4.72	17.13	13.98	4.33	0.79	0.31	14.57	0.63	0.5	1.65	4.33	5.51	339
125x100-200	2	5.00	4.00	8.00	4.92	19.69	7.87	11.02	3.15	6.3	4.72	14.17	11.02	4.33	0.67	0.24	14.57	0.63	0.5	1.26	3.15	5.51	192
125x100-250	3	5.00	4.00	10.00	5.51	20.87	8.86	11.02	3.15	6.3	4.72	15.75	12.4	4.33	0.71	0.31	14.57	0.63	0.5	1.65	4.33	5.51	249
125x100-315	3	5.00	4.00	12.50	5.51	20.87	9.84	12.4	3.15	6.3	4.72	15.75	12.4	4.33	0.75	0.31	14.57	0.63	0.5	1.65	4.33	5.51	304
125x100-400	3	5.00	4.00	16.00	5.51	20.87	11.02	13.98	3.94	8.27	5.91	19.69	15.75	4.33	0.79	0.31	14.57	0.79	0.5	1.65	4.33	5.51	336
125x100-500	4	5.00	4.00	20.00	6.3	26.38	13.98	17.72	3.94	8.27	5.91	21.26	17.72	5.51	0.98	0.39	19.69	0.79	0.63	1.89	4.33	7.09	833
150x125-250	3	6.00	5.00	10.00	5.51	20.87	9.84	13.98	3.15	6.3	4.72	15.75	12.4	4.33	0.75	0.31	14.57	0.63	0.5	1.65	4.33	5.51	298
150x125-315	3	6.00	5.00	12.50	5.51	20.87	11.02	13.98	3.94	7.87	5.91	19.69	15.75	4.33	0.79	0.31	14.57	0.79	0.5	1.65	4.33	5.51	344
150x125-400	3	6.00	5.00	16.00	5.51	20.87	12.4	15.75	3.94	7.87	5.91	19.69	15.75	4.33	0.83	0.31	14.57	0.79	0.5	1.65	4.33	5.51	425
150x125-500	4	6.00	5.00	20.00	6.3	26.38	13.98	17.72	3.94	8.27	5.91	21.26	17.72	5.51	0.98	0.39	19.69	0.79	0.63	1.89	4.33	7.09	886
200x150-315	4	8.00	6.00	12.50	6.3	26.38	12.4	15.75	3.94	8.27	5.91	21.26	17.72	5.51	0.79	0.39	19.69	0.79	0.63	1.89	4.33	7.09	604
200x150-400	4	8.00	6.00	16.00	6.3	26.38	12.4	17.72	3.94	8.27	5.91	21.26	17.72	5.51	0.98	0.39	19.69	0.79	0.63	1.89	4.33	7.09	747
200x150-500	4	8.00	6.00	20.00	6.3	26.38	15.75	19.69	3.94	8.27	5.91	21.26	17.72	5.51	0.98	0.39	19.69	0.79	0.63	1.89	4.33	7.09	939
250x200-315	4	10.00	8.00	12.50	7.09	26.38	12.4	17.72	3.94	8.27	5.91	21.26	17.72	5.51	0.98	0.39	19.69	0.79	0.63	1.89	4.33	7.09	892

Dengan melihat data gambar diatas, dari jenis tersebut dapat dipastikan bahwa:

- Whp atau daya air adalah energi yang diterima oleh air secara efisien dari pompa dalam satu periode waktu.

$$W_{hp} = \rho \times g \times Q \times H$$

Dimana:

$$W_{hp} = \text{Daya Air (Hp)}$$

$$\rho = \text{Densitas air (Kg/m}^3\text{)}$$

$$Q = \text{Debit air (m}^3\text{/s) (0,000583 m}^3\text{/s)}$$

$$H = \text{Head pompa (m)}$$

$$W_{hp} = \rho \times g \times Q \times H$$

$$W_{hp} = 1000 \text{ Kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 0,000583 \text{ m}^3\text{/s} \times 17,27 \text{ m}$$

$$W_{hp} = 98,77 \text{ HP (72,64 kW)}$$

- Bhp atau daya poros adalah energi yang diperlukan untuk menggerakkan pompa dalam satu periode waktu. Dengan asumsi efisiensi pompa sebesar 80% = 0,8 maka:

$$B_{hp} = \frac{W_{hp}}{\eta}$$

$$B_{hp} = \frac{72,64 \text{ kW}}{0,8}$$

$$B_{hp} = 90,8 \text{ kW}$$

4.3 Perencanaan *Septictank*

Volume *septictank* diperkirakan mencapai 25 liter per orang, yang akan digunakan sebanyak 3 kali dalam sehari. Diasumsikan bahwa 70% dari total populasi akan menggunakan fasilitas tersebut. Dengan jumlah total pelanggan dan penghuni sebanyak 55 orang, maka diperkirakan sebanyak $70\% \times 55 \text{ orang} = 39 \text{ orang}$ (Assyfa, 2023). Maka volume *septictank*nya adalah:

$$39 \text{ orang} \times 25 \text{ Liter/orang} \times 3 \text{ kali} = 2925 \text{ Liter (2.925 m}^3\text{)}$$

Dibulatkan 3 m^3 sesuai dengan kapasitas yang tersedia di pasaran.

Adapun perhitungan *septictank* pada *restaurant* ini menggunakan rumus yang tercantum di standar SNI 2398-2017, yang bisa dilihat pada perhitungan dibawah ini:

- Debit Air Limbah (Q_A) = $(60 - 80)\% \times q \times n$

Dipilih untuk persentasenya yaitu sebesar 80%, maka:

$$Q_A = (80)\% \times q \times n$$

$$Q_A = (80)\% \times 25 \text{ L/Orang/hari} \times 39 \text{ orang}$$

$$Q_A = 780 \text{ l/hari}$$

- Ruang pengendapan (V_A) = $(Q_A) \times (t_d)$

Waktu detensi (t_d) dipilih 3 hari, maka:

$$V_A = 780 \text{ l/hari} \times 3$$

$$V_A = 2340 \text{ l}$$

- Volume lumpur dihitung menggunakan rumus dibawah ini yaitu:

$$(V_L) = (Q_L) \times n \times (PP)$$

Dimana:

$$(V_L) = \text{Volume Lumpur}$$

$$(Q_L) = \text{Banyak Lumpur (30 - 40)L/orang/tahun}$$

$$n = \text{jumlah pemakai}$$

$$(PP) = \text{Periode pengurusan (2 - 5)tahun}$$

Dipilih untuk (Q_L) yaitu 30 l/orang/tahun dan (PP) yaitu 2 tahun, maka:

$$(V_L) = (30 \text{ l/orang/tahun}) \times 39 \times (2 \text{ tahun})$$

$$(V_L) = 2340 \text{ Liter}$$

- Kapasitas Tangki

$$(V_A) = (Q_A) + (V_L)$$

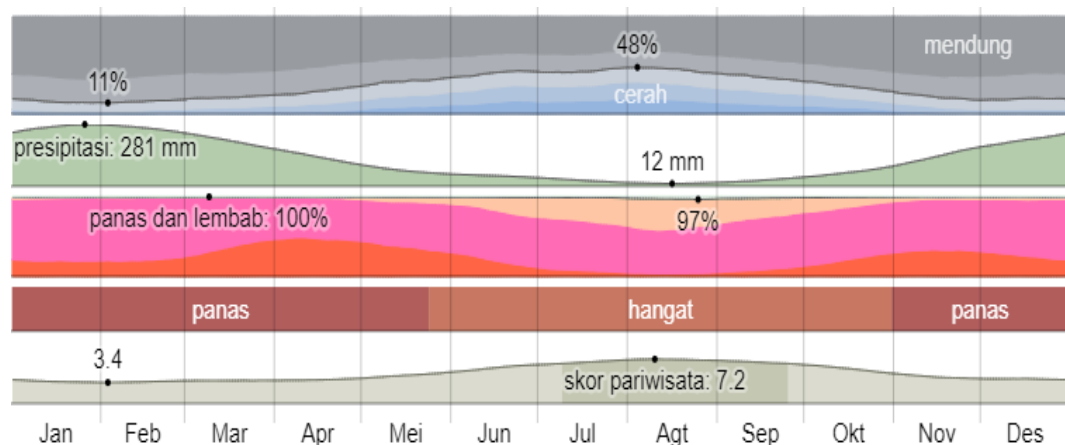
$$(V_A) = (2340 \text{ liter}) + (2340 \text{ liter})$$

$$(V_A) = (4680 \text{ liter})$$

Diambil untuk kapasitas tangki septik sesuai dengan yang ada di pasaran dengan ukuran 5000 liter.

4.4 Perhitungan Jumlah Minimum Pipa Tegak Air Hujan

Adapun data curah hujan yang terjadi di wilayah kota serang tahun 2024 yaitu max 281 mm yang bisa dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.7 Data Curah Hujan Kota Serang 2024

(Sumber : www.id.weatherspark.com)

Dalam perencanaan sistem drainase air hujan untuk bangunan ini, curah hujan yang digunakan adalah 279 mm/jam. Nilai ini dipilih karena mendekati nilai curah hujan aktual di lokasi bangunan, yaitu 281 mm/jam. Pemilihan curah hujan yang tepat penting untuk memastikan sistem drainase air hujan mampu menampung dan mengalirkan air hujan dengan aman dan efisien.

Berdasarkan perhitungan dan analisis, diameter pipa tegak air hujan yang digunakan dalam sistem drainase ini adalah 2 inci. Diameter ini dipilih sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan untuk menampung dan mengalirkan air hujan dari talang atap dan pipa utama. Tabel di bawah ini menunjukkan ukuran talang

atap, pipa utama, dan pipa tegak air hujan yang direkomendasikan berdasarkan curah hujan dan standar SNI Plumbing 2015. (Komala, 2021)

Tabel 4.10 Luas Atap Maksimum

Ukuran Saluran atau pipa air hujan	Debit	Luas atap maksimum yang diperbolehkan pada berbagai nilai curah hujan (m ²)				
		203 mm/jam	229 mm/jam	254 mm/jam	279 mm/jam	305 mm/jam
Inch	Liter/s					
2	1,8	33	30	27	24	22
3	5,52	102	91	82	74	68
4	11,52	214	190	171	156	142
5	21,6	402	357	321	292	268
6	33,78	627	557	502	456	418
8	72,48	1347	1197	1078	980	892

Maksimum area yang dapat dilindungi oleh satu titik pipa tegak air hujan berukuran 2 inci, pada curah hujan 279 mm/jam adalah ± 24 m².

$Luas\ atap = 2 \times panjang\ atap \times lebar\ atap$

$Luas\ atap = 2 \times 20\ m \times 16\ m$

$Luas\ atap = 640\ m^2$

Maka jumlah minimum titik pipa air tegak di atap umumnya adalah sebagai berikut:

$$Jumlah\ Min\ Titik\ Pipa = \frac{640}{24}$$

$$Jumlah\ Min\ Titik\ Pipa = 26,67 \approx 27\ titik$$

4.4.1 Perhitungan Drainase

Menghitung volume air hujan:

$$Q = 0.00278 \times C \times I \times A$$

Dimana:

$$Q = Debit\ air\ hujan\ (m^3/s)$$

$$C = Koefisien\ aliran\ (0.95)$$

$$I = Intensitas\ curah\ air\ hujan\ (mm/jam)$$

$$A = Luas\ area\ tangkapan\ (Ha),\ 0,1\ Ha = 1000\ m^2$$

$$Q = 0.00278 \times 0.95 \times 279 \text{ mm/jam} \times \frac{640}{1000 \text{ m}^2}$$

$$Q = 0.4715 \text{ m}^3/\text{detik} \text{ (28,29 m}^3/\text{menit)}$$

Dalam sistem drainase permukaan tanah, air perlu dialirkan melalui saluran dengan berbagai bentuk penampang, seperti segitiga, persegi panjang, trapesium, dan setengah lingkaran. Untuk penelitian ini, dipilih penampang persegi panjang dengan mempertimbangkan efektivitas dan kemudahan konstruksinya. Debit banjir yang digunakan didasarkan pada periode ulang 5 tahun, yang merupakan standar umum untuk desain sistem drainase di Indonesia.

Diketahui:

$$\text{Debit aliran (Q)} = 0.4715 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\text{Kemiringan saluran (s)} = 1.7\% \text{ (0.017)}$$

$$\text{Dasar saluran (B)} = 0.75 H \text{ (trial)}$$

Luas penampang saluran

$$F_s = B \times H$$

$$F_s = 0.75 H \times H$$

$$F_s = 0.75 H^2$$

Keliling basah:

$$P_s = B \times 2H$$

$$P_s = 0.75 H \times 2H$$

$$P_s = 2.75 H$$

Radius hidrolis:

$$R_s = \frac{F_s}{P_s}$$

$$R_s = \frac{0.75 H^2}{2.75 H}$$

$$R_s = 0.273 H$$

Tabel 4.11 Koefisien Kekasaran

Keadaan Saluran		Harga (n)	
Material Dasar	Tanah	n ₀	0.020
	Batu Pecah		0.025
	Kerikil Halus		0.024
	Kerikil Besar		0.028
Tingkat ketidakseragaman saluran	Sangat kecil	n ₁	0.000
	Sedikit Halus		0.005
	Sedang		0.010
	Besar		0.020
Variasi Penampang Melintang Saluran	Lambat laun	n ₂	0.000
	Kadang berubah		0.005
	Sering berubah		0.010-0.015
Pengaruh adanya bangunan dan penyempitan	Diabaikan	n ₃	0.000
	Lumayan berpengaruh		0.015
	Cukup berpengaruh		0.020-0.030
	Sangat berpengaruh		0.040-0.080
Tanaman atau tumbuhan	Rendah	n ₄	0.005-0.0010
	Sedang		0.010-0.025
	Tinggi		0.025-0.050
	Sangat Tinggi		0.050-0.100
Tingkat <i>meander</i>	Kecil	n ₅	1.000
	Sedang		1.150
	Besar		1.300

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)n_5$$

$$n = (0.024 + 0.010 + 0.000 + 0.000 + 0.005)1.000$$

$$n = 0.039(0.04)$$

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

$$V = \frac{1}{0.04} \times 0.273H^{2/3} \times 0.017^{1/2}$$

$$V = 1.37 H^{2/3}$$

$$Q = F_s \times V$$

$$0.207 = 0.75 H^2 \times 1.37 H^{2/3}$$

$$H^{8/3} = 0.201$$

$$H = 0.201^{3/8}$$

$$H = 0.55 \text{ m (0,6 m)}$$

Jadi untuk hasil tinggi keliling basah adalah 0.6 m, dan sesuai dengan ketentuan tinggi drainase ditambah dengan tinggi jagaan yaitu 0.3 H.

Tinggi saluran drainase

$$H = 0.6 + \text{tinggi jagaan}$$

$$H = 0.6 \text{ m} + 0.3 H$$

$$H = 0.78 \text{ m (0.8 m)}$$

Lebar saluran drainase

$$B = 0.75 \times H$$

$$B = 0.75 \times 0.8 \text{ m}$$

$$B = 0.6 \text{ m}$$

Maka, ukuran minimum saluran drainase (Tinggi \times Lebar = 0.8 m \times 0.6 m).

4.5 Grease Interceptor

Kapasitas *grease interceptor* yang diperlukan untuk sebuah restoran dapat dihitung berdasarkan beberapa faktor, salah satunya adalah jumlah tempat duduk di restoran. Jumlah tempat duduk dapat digunakan sebagai indikator kasar dari jumlah lemak dan minyak yang akan dihasilkan oleh restoran. Perhitungan *grease interceptor* berdasarkan tempat duduk pada *restaurant* dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.12 Grease Interceptor Sizing Seat Method

See Uniform Plumbing Code -2006				
No. of seats	=	100	Seats	(As per plan)
Waste Flow rate	=	1,5	gal/meal	(Seating dining)
Retention Time	=	2,5	hours	(Commerical Kitchen waste)
Interceptor Size	=	375	gal	

		375	gal	
		1419,53	L	
Drainage Period	=	2	minutes	(See NSPC -2003)
Interceptor Flow-rate	=	187,5	gpm	
		11,83	l/s	

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, ukuran grease interceptor yang diperlukan adalah 375 galon, atau setara dengan 1419,53 liter. *Grease interceptor* ini memiliki periode drainase 2 menit dan laju aliran (*flow rate*) 187,5 gpm (galon per menit), atau setara dengan 11,83 l/s (liter per detik). Setelah dilakukan perhitungan dan didapatkan data-data dari hasil perhitungan didapatkan untuk kapasitas dari *grease interceptor* yang akan digunakan yaitu 200 gpm seperti yang ada di pasaran.