

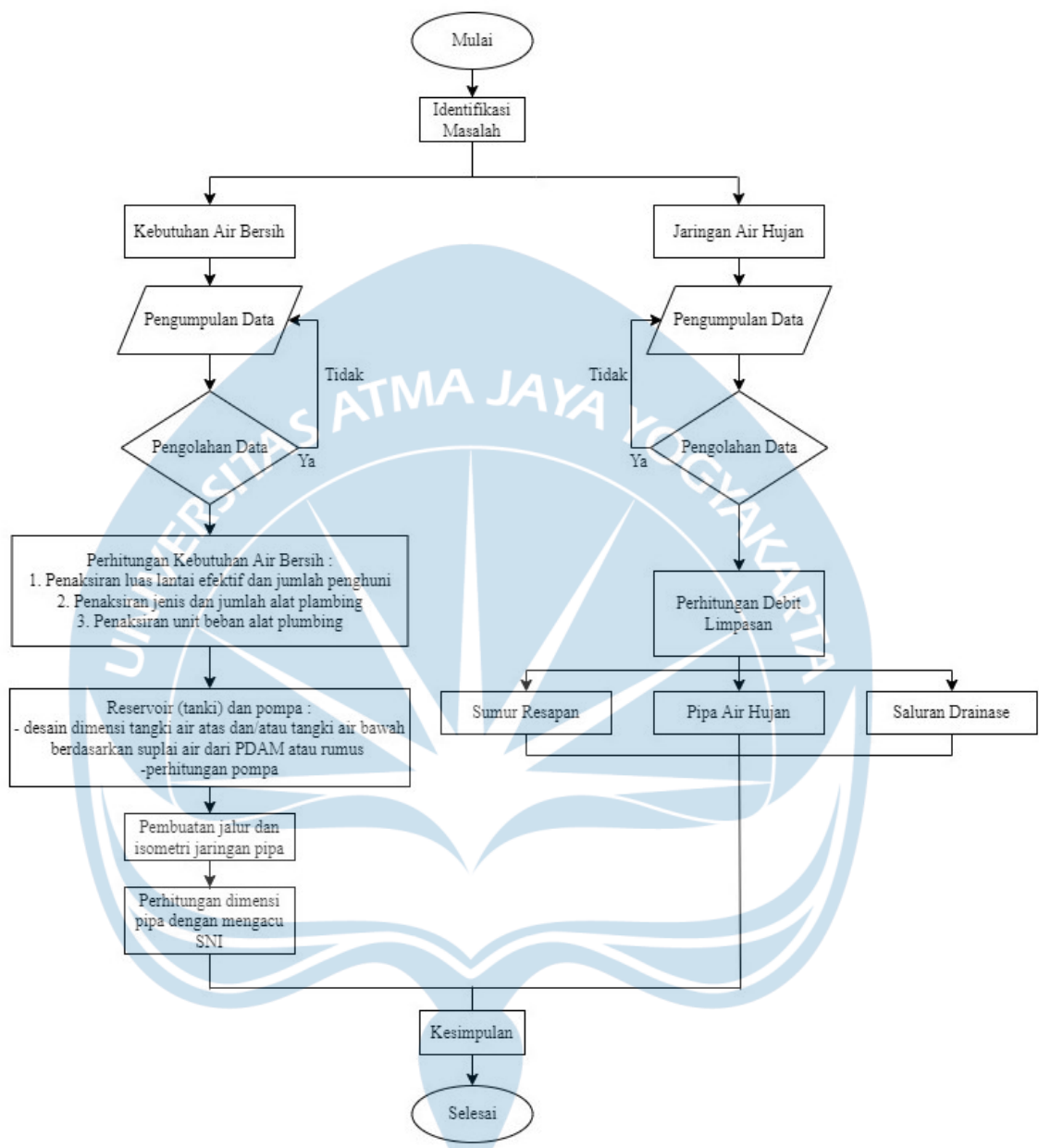
Bab II Perancangan Drainase dan Pemipaan

2.1 Pendahuluan

Kebutuhan air pada suatu bangunan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jumlah alat plumbing yang digunakan serta jumlah penghuni yang menempati bangunan tersebut. Air tersebut kemudian didistribusikan pada setiap bagian gedung atau bangunan dengan menggunakan pipa beserta pompa (jika diperlukan). Dalam menentukan ukuran pipa seperti panjang pipa, diameter pipa, atau bentuk pipa tidak bisa sembarangan karena ukuran pipa juga mempengaruhi *headloss* atau penurunan tekanan pada fluida yang mengalir di dalam pipa. Pada umumnya bangunan bertingkat memerlukan pompa untuk memompa air dari *ground water tank* ke *roof tank* atau langsung ke bagian bangunan yang memerlukan air. Untuk sistem penyimpanan air dapat digunakan *roof tank* dan atau *ground water tank*. Dengan menggunakan *roof tank* dan *ground water tank* maka direncanakan dapat memenuhi kebutuhan air serta cadangan air jikalau terjadi hal yang tidak terduga. Perancangan drainase dan pemipaan diatur dalam beberapa peraturan yang sekaligus menjadi pedoman dalam perencanaan, berikut peraturan-peraturan tersebut

- 1) SNI 03-2453-2002_Tata cara perencanaan teknik sumur resapan air hujan untuk lahan pekarangan
- 2) SNI 03-2459-2002_Spesifikasi sumur resapan air hujan untuk lahan pekarangan
- 3) SNI 03-7065-2005_Tata cara perencanaan sistem plambing
- 4) SNI 8153-2015_Sistem plambing pada bangunan gedung
- 5) SNI 8456-2017_Sumur dan parit resapan air hujan

Untuk sistematika dalam perancangan drainase dan pemipaan dapat dilihat pada gambar 2.1 di bawah ini



Gambar 2. 1 Sistematika Perancangan Drainase dan Pemipaan

2.2 Prinsip Jaringan Perpipaan Air Bersih

2.2.1 Sistem Penyediaan Air Bersih

Sistem penyediaan air bersih dapat dibagi dalam beberapa jenis sistem penyediaan air yang biasa digunakan menurut Noerbambang dan Morimura (1993), adalah:

a) Sistem sambungan langsung

Untuk sistem sambungan langsung, air dialirkan melalui pipa utama milik penyedia air bersih langsung disambung dengan pipa distribusi dalam Gedung. Untuk gedung tinggi sistem ini kurang cocok untuk diterapkan karena tekanan dalam pipa itu terbatas atau tidak mencukupi untuk mengalirkan air hingga pada ketinggian tertentu sebuah gedung.

b) Sistem tangki atap

Dalam sistem ini, air ditampung lebih dahulu dalam tangki bawah (*ground water tank*) lalu dipompa ke tangki atas (*roof tank*). Adapun hal penting yang harus diperhatikan dalam penggunaan sistem tangki atap ini yaitu dalam menentukan letak tangki atap yang harus disesuaikan dengan tekanan minimal yang dibutuhkan oleh peralatan plambing dalam sistem tersebut.

c) Sistem tangki tekan

Air dalam tangki bawah dipompakan ke dalam tangki tertutup yang menyebabkan udara di dalam tangki tersebut terkompresi. Air dari tangki tertutup tersebut kemudian diarahkan ke dalam sistem distribusi seluruh bangunan. Pompa bekerja secara otomatis dengan berdasarkan detektor tekanan, dari detektor tekanan akan menyebabkan saklar motor listrik penggerak pompa membuka dan menutup. Cara kerjanya adalah pompa akan berhenti atau memulai bekerja kembali saat tekanan sudah mencapai batas maksimum atau minimum yang telah ditetapkan. Daerah fluktuasi biasanya ditetapkan 1 sampai 1.5 kg/cm². Tangki tekan dirancang untuk menampung volume air >70% dan sisanya merupakan volume udara.

d) Sistem tanpa tangki

Dalam sistem tanpa tangki, tidak digunakan tangki apapun. Air dipompakan langsung ke sistem distribusi bangunan, dan pompa mengisap air langsung dari pipa sumber air.

2.2.2 Tekanan Air Dan Kecepatan Aliran

Tekanan dan kecepatan air adalah hal yang penting dalam pendistribusian air ke dalam pipa. Tekanan air tidak boleh terlalu tinggi karena dapat mempercepat kerusakan alat plambing, sedangkan apabila tekanan air terlalu rendah akan menyebabkan kesulitan seperti distribusi air yang kurang merata dan tidak dapat digunakannya alat plambing yang membutuhkan tekanan tinggi.

Sama halnya dengan kecepatan aliran air, apabila terlalu tinggi dapat mengakibatkan kerusakan alat plambing, menimbulkan suara dari pipa, dan menyebabkan aus pada permukaan pipa yang akan mengakibatkan berkurangnya kekuatan pipa dan dapat menimbulkan kebocoran. Apabila kecepatan terlalu rendah, akan mengakibatkan adanya pengendapan kotoran dan terjadi korosi.

Tekanan minimum tiap alat plambing dapat dilihat pada Tabel 2.1. Menurut (Noerbambang & Morimura, 1993), tekanan standar umum ditetapkan sebesar 1,0kg/cm², sedangkan untuk hotel, perumahan, dan apartemen diusahakan sebesar 2,5-3,5 kg/cm². Sedangkan untuk kecepatan air secara umum, kecepatan yang ditetapkan sebesar 0,3-2,5 m/detik.

Tabel 2. 1 Tekanan minimum yang diperlukan alat plambing (SNI 03-7065-2005)

No.	Nama alat plambing	Tekanan yang diperlukan (kg/cm ²)
1	Katup gelontor kloster	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

2.2.3 Penentuan Kebutuhan Air Bersih

Menurut Noerbambang & Morimura (1993), terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk menaksir besarnya kebutuhan air tersebut, diantaranya adalah

a. Penaksiran luas lantai efektif dan jumlah penghuni penafsiran luas lantai efektif

Metode penafsiran luas lantai efektif, kita perlu mengetahui luas lantai efektif dan jumlah penghuni, dan beberapa data yang dibutuhkan yaitu, luas bangunan, luas efektif, persentase luas efektif, kepadatan hunian, jumlah penghuni, pemakaian per orang, jumlah pemakaian air total, penentuan antisipasi (20% berdasarkan SNI), dan jangka waktu.

Q_d adalah pemakaian air rata-rata dalam satu hari, dimana Q_d ini diperoleh dari jumlah pemakaian air dikali dengan antisipasi kebocoran yaitu 20%. Q_h merupakan pemakaian rata-rata selama selang waktu tertentu, dimana $Q_h = Q_d/T$, (T : jangka waktu pemakaian yaitu 8 jam). Q_{h-max} adalah pemakaian air pada jam puncak, dimana $Q_{h-max} = C_1 \times Q_h$ (nilai C_1 : konstanta jam puncak yaitu (1,5-2)). Sedangkan Q_{m-max} adalah pemakaian air pada menit puncak, $Q_{m-max} = C_2 \times Q_h$ (nilai C_2 adalah konstanta menit puncak yaitu 3-4)

Dari hasil perhitungan dengan pemakaian air yang digunakan pada rumah susun (Tabel 2.2) sebesar 100 liter/penghuni/hari dan luas efektif bangunan 5823 m² didapatkan nilai Q_d sebesar 87360 lt/hari, dengan perkiraan jangka waktu (T) adalah 8 jam maka didapatkan nilai Q_h sebesar 10920 lt/jam, Q_{h-max} sebesar 21840 lt/jam dan Q_{m-max} sebesar 728 lt/menit.

Tabel 2. 2 Pemakaian air dingin minimum sesuai kegunaan gedung (SNI 03-7065-2005)

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 dan lebih tinggi	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 ²
11	Restoran	15	Liter/kursi
12	Hotel berbintang	250	Liter/tempat tidur/hari
13	Hotel Melati/Penginapan	150	Liter/tempat tidur/hari
14	Gd. pertunjukan, Bioskop	10	Liter/kursi
15	Gd. Serba Guna	25	Liter/kursi
16	Stasiun, terminal	3	Liter/penumpang tiba dan pergi
17	Peribadatan	5	Liter/orang, (belum dengan air wudhu)

b. Penaksiran Jenis dan Jumlah Alat Plambing

Metode ini menggunakan perhitungan dengan mengetahui jumlah dan jenis alat plambing pada suatu gedung. Dengan memperkirakan faktor pemakaian yaitu 30% (SNI 03-7065-2005) untuk gedung jenis rumah susun, jumlah alat plambing dan pemakaian air sesuai dengan jenis dan jumlah alat plambing (Tabel 2.3). Dimana jumlah alat plambing yaitu kloset sebanyak 142 buah, shower set 142 buah, dan sink 91 buah, maka besarnya Qd yang didapatkan 13683,6 lt/hari, Qh sebesar 1710,45 lt/jam Qh-maks sebesar 3420,9 lt/jam dan Qm-maks sebesar 114,03 lt/menit. Rumus untuk mencari nilai Qd, Qh, Qh-maks dan Qm-maks sama dengan rumus yang digunakan pada metode penaksiran luas lantai efektif dan jumlah penghuni penafsiran luas lantai efektif.

Tabel 2. 3 Pemakaian air dingin pada alat plambing (SNI 03-7065-2005)

No.	Nama alat plambing	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 biasa	10	18
6	Bak cuci tangan kecil	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

c. Penaksiran Unit Beban Alat Plambing

Dengan mengetahui jumlah alat plambing serta jenis alat plambing yang digunakan, maka perlu ditentukan besarnya unit beban setiap alat plambing (Tabel 2.4 dan Tabel 2.5). Besarnya unit beban yang melayani setiap alat plambing dijumlahkan, lalu nilai tersebut digunakan untuk mencari besarnya laju aliran dengan mengacu pada grafik (Gambar 2.2 dan Gambar 2.3). Untuk bangunan rumah susun sederhana sewa DI Yogyakarta ini, unit beban dibagi per lantai seperti, *ground floor* dengan beban unit sebesar 127,5 dan lantai 2- 5 masing-masing 164. Nilai Qd yang di dapatkan dari metode ini sebesar 142560 lt/hari, nilai Qh sebesar 17820 lt/jam, Qh-maks sebesar 35640 lt/jam dan nilai Qm-maks sebesar 1188 lt/menit.

Tabel 2. 4 Unit beban alat plambing sistem penyediaan air dan ukuran minimum pipa cabang (SNI 03-7065-2005)

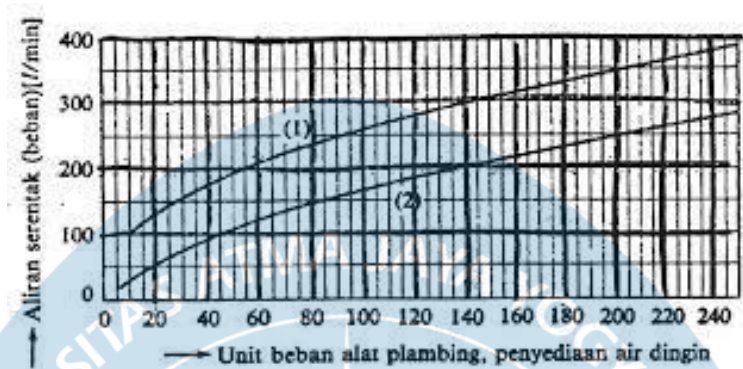
Perlengkapan atau peralatan	Ukuran pipa cabang minimum (inci)	Pribadi (UBAP)	Umum (UBAP)	Tempat berkumpul (UBAP)
Bak rendam atau kombinasi bak dan <i>shower</i>	$\frac{1}{2}$	4,0	4,0	-
Bak rendam dengan katup $\frac{3}{4}$ inci	$\frac{3}{4}$	10,0	10,0	-

Bidet	½	1,0	-	-
Pencuci pakaian	½	4,0	4,0	-
Unit dental	½	-	1,0	-
Pencuci piring, rumah tangga	½	1,5	1,5	-
Pancuran air minum, air pendingin	½	0,5	0,5	0,75
Hose Bibb8)	½	2,5	2,5	-
Hose Bibb, tiap pertambahan	½	1,0	1,0	-
Lavatory	½	1,0	1,0	1,0
Sprinkler halaman5)	-	1,0	1,0	-
Sink/Bak				
Bar	½	1,0	2,0	-
Kran klinik	½	-	3,0	-

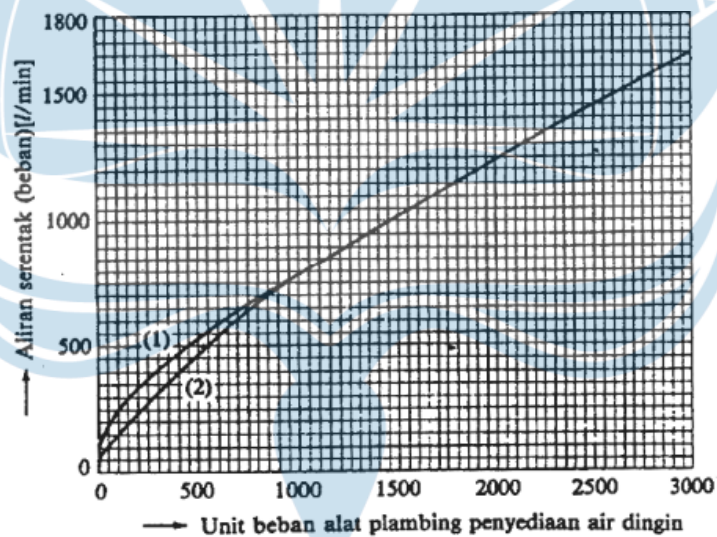
Tabel 2. 5 Unit beban alat plambing sistem penyediaan air dan ukuran minimum pipa cabang (lanjutan) (SNI 03-7065-2005)

Perlengkapan atau peralatan	Ukuran pipa cabang minimum1,4 (inci)	Pribadi (UBAP)	Umum (UBAP)	Tempat berkumpul (UBAP)
• Katup gelontor klinik dengan atau tanpa kran	1	-	8,0	-
• Dapur, rumah tangga dengan atau tanpa pencuci piring	½	1,5	1,5	-
• Laundry	½	1,5	1,5	-
• Bak pel	½	1,5	3,0	-
• Cuci muka, tiap set kran	½	-	2,0	-
Shower	½	2,0	2,0	-
Urinal, katup gelontor 3,8LPF (Liter per flush)	¾	Lihat catatan7)		-
Urinal, tangki pembilas	½	2,0	2,0	3,0
Pancuran cuci, spray sirkular	¾	-	4,0	-
Kloset, tangki gravitasi 6LPF (Liter per flush)	½	2,5	2,5	3,5
Kloset, tangki meter air 6LPF (Liter per flush)	½	2,5	2,5	3,5
Kloset, katup meter air 6LPF (Liter per flush)	1	Lihat catatan		-
Kloset, tangki gravitasi > 6LPF (Liter per flush)	½	3,0	5,5	7,0

Kloset, <i>Flushometer</i> > 6LPF (Liter per <i>flush</i>)	1	Lihat catatan	-
--	---	---------------	---



Gambar 2. 2 Hubungan antara unit beban alat plambing dengan laju aliran (untuk unit beban sampai 240-skala gambar diperbesar)



Gambar 2. 3 Hubungan antara unit beban alat plambing dengan laju aliran (untuk unit beban sampai 3000)

Kurva (1) untuk sistem yang sebagian besar dengan katup gelontor.

Kurva (2) untuk sistem yang sebagian besar dengan tangki gelontor

Dari hasil perhitungan berdasarkan metode jumlah pemakai, metode berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing dan untuk metode berdasarkan unit beban alat plambing. Maka metode yang digunakan adalah metode unit beban alat plambing yang memiliki nilai paling maksimum.

2.2.4 Perencanaan Tangki dan Pompa

a. Desain Dimensi Tangki

Tangki yang digunakan dibagi menjadi 2 jenis yaitu *roof tank* dan *ground water tank*. *Roof tank* merupakan tangki konvensional berbentuk tabung atau dapat disebut juga tandon atau toren. Tangki konvensional tersedia banyak di pasaran dengan berbagai macam volume tergantung kebutuhan. Sedangkan untuk *ground water tank* dirancang sesuai volume yang dibutuhkan, *ground water tank* umumnya terbuat dari beton. Jumlah kebutuhan air bersih mempengaruhi kapasitas kedua tangki, berikut langkah-langkah dalam penentuan dimensi tangki menurut Noerbambang & Morimura, (1993),

Hitung besarnya kapasitas pipa dinas (Q_s):

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

dengan,

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

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

Untuk menentukan kapasitas volume *ground water tank* dapat digunakan persamaan (2.2).

$$V_R = Q_d - (Q_s \times T) + V_f \quad (2.2)$$

dengan,

V_R : Volume efektif *ground water tank* (m^3)

Q_d : Jumlah kebutuhan air per hari ($m^3/hari$)

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

T : Rata-rata jangka waktu pemakaian (jam)

V_f : Antisipasi penambahan kebutuhan volume air (m^3/jam)

Jumlah kebutuhan air rata-rata pada bangunan rumah susun sederhana 17,82 m^3/jam , maka nilai Q_s sebesar 11,88 m^3/jam .

Untuk nilai Q_d yang digunakan dalam menghitung V_R (persamaan 2.2) adalah sebesar 142,56 m^3/jam . Sehingga volume efektif *ground water tank* dengan rata-rata

jangka waktu pemakaian 8 jam didapatkan 77 m^3 . Setelah volume *ground water tank* didapatkan, perencanaan dimensi *ground water tank* dapat dilakukan. Dengan mempertimbangkan kondisi lahan pada bangunan, lokasi *ground water tank* serta jumlahnya, maka tinggi, panjang dan lebar *ground water tank* dapat diasumsikan sehingga hasil volume satu *ground water tank* dikali dengan jumlah *ground water tank* sama atau lebih besar daripada VR. Dimensi *ground water tank* digunakan tinggi 1,5 meter, panjang 4 meter dan lebar 4 meter. Total *ground water tank* yang akan digunakan adalah 4 buah *tank*

Selanjutnya menentukan volume efektif *roof tank* serta dimensinya. Untuk menghitung volume dapat menggunakan persamaan (2.3)

$$V_E = (Q_p - Q_{h\text{maks}}) \times T_p - (T_{pu} \times Q_{pu}) \quad (2.3)$$

dengan,

Q_p : Kebutuhan puncak (m^3/menit) = $Q_{m\text{-max}}$

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

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

T_p : Jangka waktu kebutuhan puncak (menit)

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

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

Nilai Q_p dan $Q_{h\text{-maks}}$ dari hasil perhitungan sebesar $1,188 \text{ m}^3/\text{menit}$ dan $0,594 \text{ m}^3/\text{menit}$. Dengan menggunakan persamaan (2.3), volume efektif *roof tank* didapatkan sebesar 12 m^3 , dimana nilai T_p dan T_{pu} diasumsikan 40 menit dan 20 menit.

Hasil perhitungan V_E akan dibagi dengan jumlah tangki yang direncanakan. Tangki yang dibutuhkan umumnya merupakan tangki air konvensional atau toren. Jika V_E sudah dibagi dengan jumlah tangki yang telah direncanakan maka ukuran tangki yang dibutuhkan dapat menyesuaikan dengan tangki yang tersedia di pasaran. Jumlah *roof tank* yang digunakan adalah 4 buah dan jenis *roof tank* yang digunakan adalah tipe penguin TB-300 dengan kapasitas 3100 liter.

b. Pompa *ground water tank* menuju *roof tank*

Untuk menentukan jenis pompa untuk suatu sistem dengan tepat, kita harus menentukan karakteristik yang menjadi syarat pemilihan pompa. Langkah-langkah menentukan jenis pompa yang akan digunakan untuk mengalirkan air dari *ground water tank* menuju *roof tank*:

1. Kecepatan aliran (V)

Secara umum kecepatan aliran berkisar 0,9 – 2.5 meter/detik. Maka diasumsikan kecepatan yang dipakai adalah 2 m/detik

2. Debit pengaliran (Q) dengan menggunakan persamaan (2.4).

$$Q = \frac{\text{Volume 1 roof tank}}{T_{pu}} \quad (2.4)$$

Dari persamaan (2.4), debit pengaliran (Q) didapatkan 0,15 m³/menit. Dimana volume 1 *roof tank* adalah 3 m³

3. Diameter (D) pipa air bersih dari *ground water tank* menuju *roof tank* menggunakan persamaan (2.5).

$$D = \left(\frac{4 \times Q}{\pi \times V} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2.5)$$

Dengan persamaan (2.5), diameter pipa didapatkan sebesar 0,04 m atau 1,57 inc. untuk menyesuaikan diameter yang tersedia di pasaran pada umumnya maka diameter yang digunakan adalah 2 inc atau 0,05 m.

4. Kecepatan pengaliran yang sebenarnya (V cek)

Setelah diameter pipa ditentukan, selanjutnya perhitungan kecepatan aliran yang sesuai dengan diameter pipa, dimana Vcek yang didapatkan sebesar 1,23 m/s dengan menggunakan persamaan (2.6).

$$V_{cek} = \frac{Q_{Pengaliran}}{(0.25 \times \pi) \times (D^2)} \quad (2.6)$$

5. Head Loss Mayor

Untuk menghitung kerugian gesek pada pipa digunakan persamaan Darcy-Weisbach sebagai berikut:

$$H_L = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \quad (2.7)$$

dengan,

HL : kerugian gesek atau *head loss* (m)

f : faktor gesekan

D : diameter pipa (m)

L : panjang pipa (m)

V : kecepatan aliran dalam pipa (m/s)

g : percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

untuk menggunakan persamaan (2.7), terlebih dahulu menentukan faktor gesekan (f) menggunakan *moody diagram*, fungsi *Reynold number* (Re) dan faktor kekasaran dalam pipa (e/D). Nilai Re didapatkan 69062,3335 > 4000, maka termasuk aliran turbulen. Re ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut

$$R_e = \frac{V \times D}{\nu} \quad (2.8)$$

dengan,

D : diameter pipa (m)

V : kecepatan aliran dalam pipa (m/s)

ν : viskositas air (8,93 x10⁻⁷ m²/s)

sedangkan nilai e/D adalah 0,001. Nilai e yang digunakan ialah 0,05. Kemudian dengan menggunakan *moody chart calculator* didapatkan nilai faktor gesekan (f) sebesar 0,023058

Gambar 2. 4 *Moody Chart Calculator*
[\(http://www.advdelpsys.com/michael_maley/moody_chart/\)](http://www.advdelpsys.com/michael_maley/moody_chart/)

setelah nilai f diperoleh maka nilai HL melalui persamaan (2.8) didapatkan sebesar 0,93 m.

6. *Head Loss Minor*

Kerugian kecil atau *head loss minor* yang diakibatkan oleh kelengkungan pipa seperti sambungan, siku, belokan dan lain-lain. Persamaan yang digunakan untuk menghitung besarnya *head loss minor* yaitu:

$$H_{lm} = K \frac{V^2}{2g} \quad (2.9)$$

dengan,

K : koefisien kerugian pipa

V : kecepatan aliran dalam pipa (m/s)

g : percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

Nilai K yang didapatkan sebesar 4,14 dengan jumlah belokan 6. Sehingga besarnya H_m yang didapatkan adalah 0,32 m. Nilai H_m dan HL dijumlahkan sehingga didapatkan *head loss total* sebesar 24,25 m dimana elevasi sebesar 23 m.

7. Perhitung Daya Pompa

Whp atau daya pompa adalah energi yang diterima oleh air dari pompa per satuan waktu. Whp adalah singkatan dari *watt horse power*. Untuk menghitung daya pompa dapat digunakan persamaan (2.10)

$$W_{hp} = \frac{\gamma \times Q \times H_p}{\eta} \quad (2.10)$$

dengan,

γ : berat air per satuan volume (kg/m^3)

Q : debit air (m^3/s)

H_p : head pump (m)

η : efisiensi pompa (desimal)

dari persamaan (2.10), besarnya daya pompa yang didapatkan ialah 792,996 watt.

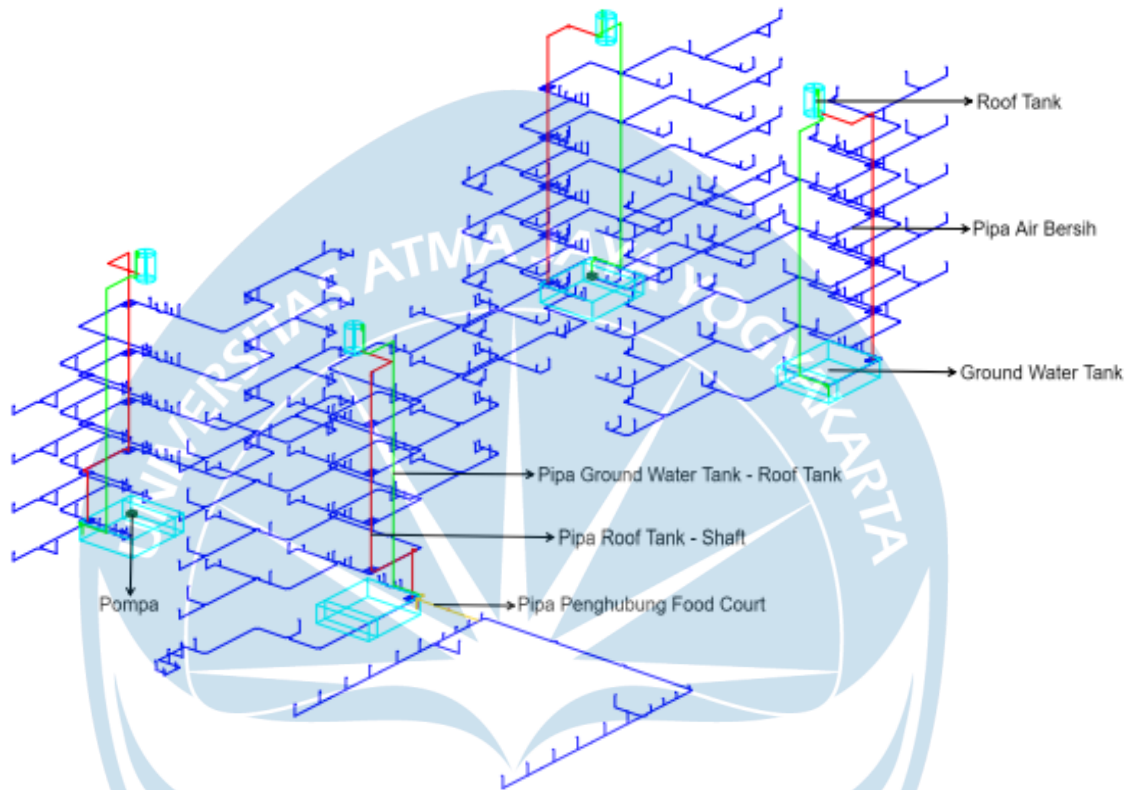
c. Perhitungan pompa untuk *food court*

Dengan meninjau alat plumbing yang letaknya lebih jauh dari *ground water tank* maka kebutuhan pompa dapat ditentukan. Debit maksimum sebesar $0,0015 \text{ m}^3/\text{s}$. Setiap bagian diameter pipanya berbeda, sehingga perhitungan *head loss mayor* (HL) dan *head loss minor* (Hlm) dihitung pada setiap pipa yang memiliki panjang dan diameter yang berbeda. Sehingga kecepatan pada setiap pipa juga berbeda. Total HL yang didapatkan 29 m dan Hlm sebesar 10 m. Kemudian dengan perhitungan yang sama menggunakan persamaan (2.10), besarnya daya pompa yang diperoleh adalah 731,44 watt.

2.2.5 Pembuatan Jalur dan Isometri Jaringan

Hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan jalur pipa adalah belokan-belokan pipa, jenis dan letak alat plumbing. Umumnya alat plumbing merupakan *water closet*, *sink*, *shower*, dan Kran. Setelah mengerti jenis dan letaknya maka jalur pipa dapat dihubungkan antara satu alat plumbing dengan alat plumbing lainnya. Untuk isometri jaringan khususnya penamaan isometri dimulai dengan alat plumbing terjauh dari *shaft*. Jika *shaft* berada di tengah-tengah alat plumbing maka penamaan tetap dimulai dari alat plumbing terjauh hingga ke *shaft* kemudian nomornya dilanjutkan dari alat plumbing terjauh ke dua, dan seterusnya. Dalam perencanaan ini, jaringan pipa dibuat dengan bantuan *software Autocad* dan dirancang tiap lantai. Sistem pemipaan yang digunakan adalah sistem pipa tertanam dalam tanah atau pun lantai. Alur penyediaan air

adalah air masuk kedalam *ground water tank* kemudian ditampung dan disalurkan atau dipompa ke *roof tank*, lalu dari *roof tank* ke setiap *shaft* per lantai lalu disalurkan ke setiap alat plambing. Jaringan isometri dapat dilihat pada Gambar 2.5 di bawah ini.



Gambar 2. 5 Isometri pada Rumah Susun Sederhana Sewa DI Yogyakarta

2.2.6 Perhitungan Dimensi Pipa dengan Mengacu SNI

Penentuan dimensi pipa mengacu SNI-8153:2015 halaman 32 dengan mempertimbangkan jalur serta panjang dan beban plambing pada pipa yang telah dirancang sesuai pada penentuan isometri. Setelah mengetahui panjang serta beban plambing pada setiap daerah (notasi) pipa maka dilakukan penyesuaian pada ketentuan tersebut . Dimensi dan notasi pipa pada proyek pembangunan rumah susun sederhana sewa ini dilampirkan pada halaman lampiran. Diameter pipa yang digunakan yaitu 0,75 inci, 1 inci, 1,25 inci, 1,5 inci dan 2 inci.

2.3 Prinsip Drainase dan Sumur Resapan

Sistem drainase pada Rumah Susun Sederhana Sewa DI Yogyakarta ini dibuat dengan tujuan untuk mengalirkan air hujan yang jatuh dalam kawasan gedung. Untuk merencanakan sistem drainase diperlukan beberapa prinsip yang harus dilaksanakan, prinsip tersebut adalah prinsip tentang Sistem Air Hujan, Drainase Atap, Perencanaan Pipa dan Kemiringan, Perangkap Pada Saluran Pembuangan Air Hujan, Ukuran Jaringan Drainase. Seluruh penjelasan dari prinsip tersebut (yang akan dijelaskan pada bagian selanjutnya) diambil dari SNI 03-7065-2005.

a. Sistem Air Hujan

Setiap gedung harus memiliki perlengkapan drainase untuk mengalirkan air hujan yang jatuh di atap dan kawasan gedung. Untuk air hujan yang jatuh di atap akan dialirkan ke talang lalu dialirkan ke saluran kolektor yang kemudian dialirkan ke drainase kota atau bisa ditampung sementara di dalam sumur resapan.

b. Drainase Atap

Terdapat ketentuan yang harus diterapkan untuk merencanakan drainase atap yang berisi sebagai berikut:

- 1) Drainase atap harus kedap air.
- 2) Saringan harus dipasang pada lubang talang tegak. Saringan harus menonjol sekurang kurangnya 10 cm diatas permukaan atap atau talang datar diukur dari lubang masuk talang tegak. Jumlah luas lubang saringan tidak boleh lebih kecil dari 1,5 kali luas penampang talang tegak. Saringan pada drainase atap atau geladak tempat menjemur, geladak parkir atau tempat sejenis itu yang dipelihara teratur dapat digunakan jenis saringan rata yang dipasang rata dengan permukaan geladak, untuk jenis saringan itu jumlah luas lubangnya tidak boleh kurang dari 2 kali luas penampang talang tegak

c. Perencanaan pipa dan kemiringan

1. Perencanaan pipa air hujan harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:
 - a) Pipa air hujan tidak boleh ditempatkan:
 - dalam ruang tangga,
 - sumuran alat pengangkat,

- dibawah lift atau dibawah bebanimbangan lift,
 - langsung di atas tangki air minum tanpa tekanan,
 - di atas lubang pemeriksaan tangki air minum yang bertekanan,
 - di atas lantai yang digunakan untuk pembuatan persiapan pembungkusan penyimpanan atau peragaan makanan.
- b) Penempatan ujung buntu dilarang pada jaringan air hujan, kecuali bila diperlukan untuk memperpanjang pipa lubang pembersih.
2. Kemiringan dan perubahan arah pipa air hujan memenuhi ketentuan sebagai berikut:
- a) Pipa air hujan datar yang berukuran sampai dengan 75 mm harus dipasang dengan kemiringan minimal 2% dan untuk pipa yang berukuran lebih besar minimal 1%. Kemiringan yang lebih kecil hanya diperbolehkan apabila secara khusus dibenarkan oleh pejabat yang berwenang.
 - b) Perubahan arah pipa air hujan harus dibuat Y 45°, belokan jari-jari besar 90°, belokan 60°, 45°, 22,5° atau gabungan belokan tersebut atau gabungan menyambung ekivalen yang dibenarkan kecuali dinyatakan lain dalam SNI 03-6481- 2000 Sistem Plambing.
 - c) Belokan jari-jari pendek, dan T saniter tunggal atau ganda hanya diijinkan pemasangannya pada pipa air hujan.
3. Fitting dan Penyambungan yang dilarang
- a) Ulir menerus, sambungan klem atau sadel tidak boleh dipergunakan pada pipa air hujan.
 - b) Fitting, sambungan, peralatan dan cara penyambungannya tidak boleh menghambat aliran air atau udara dalam pipa air hujan.
 - c) Soket ganda tidak boleh dipakai pada pemasangan pipa air hujan. Soket harus dipasang berlawanan dengan arah aliran. Cabang T pipa air hujan tidak boleh dipakai sebagai cabang masuk pipa air buangan,
 - d) Tumit atau belokan 45° dengan lubang masuk samping tidak boleh digunakan sebagai penyambungan ven pada pipa air hujan dan pipa air buangan apabila tumit atau lubang masuk samping tersebut ditempatkan mendatar.

d. Perangkap pada saluran pembuangan air hujan

1) Penggunaan Perangkap

Perangkap individu harus dipasang pada cabang datar untuk melayani tiap talang tegak atau tiap daerah drainase, bila talang tegak dan saluran pembuangan air hujan disambungkan pada drainase gedung gabungan atau saluran pembuangan gedung gabungan. Sebuah perangkap tunggal harus dipasang pada pipa utama pembuangan air hujan sebelum disambungkan dengan pipa drainase gedung gabungan, saluran pembuangan gedung gabungan atau saluran pembuangan umum gabungan.

2) Lubang Pembersih Perangkap

Perangkap yang dipasang pada pipa pembuangan air hujan harus dilengkapi dengan lubang pembersih yang ditempatkan pada bagian masuk aliran yang mudah dicapai

e. Ukuran jaringan drainase

1) Pembuangan Air Hujan Gedung dan Cabang-cabang Mendatarinya

Ukuran saluran pembuangan air hujan gedung dan setiap pipa cabang datarnya dengan kemiringan 4% atau lebih kecil harus didasarkan pada jumlah daerah drainase yang dilayaninya.

2) Drainase Tanah Bawah

Ukuran drainase tanah bawah yang dipasang bawah lantai kelder (basemen) atau di sekeliling tembok (dinding) luar suatu gedung harus lebih besar atau sama dengan 100 mm.

3) Pipa Tegak Air Hujan

Ukuran talang air hujan didasarkan pada luas atap yang dilayani dan sesuai dengan ketentuan SNI-8153:2015 halaman 32 yang diizinkan untuk talangnya. Apabila atap tersebut mendapat tambahan air hujan dari dinding yang berdekatan harus ditambah dengan memperhitungkan 50% luas dinding terluas yang dianggap sebagai atap

2.4 Perancangan drainase gedung

2.4.1 Perhitungan debit air hujan pada gedung

Intensitas curah hujan pada daerah lokasi gedung Rumah Susun Sederhana Sewa DI Yogyakarta menjadi penentu debit air hujan. Besarnya intensitas curah hujan yang diperoleh adalah 10,56 mm/jam. Rumus debit air yaitu:

$$Q = C \times I \times A \quad (2.11)$$

dengan:

Q: debit air hujan (m³/detik)

C: koefisien limpasan

I : intensitas hujan (mm/jam)

A: luas limpasan

Tabel 2. 6 Koefisien Aliran (Mc Guen, 1989 dalam Suripin 2003)

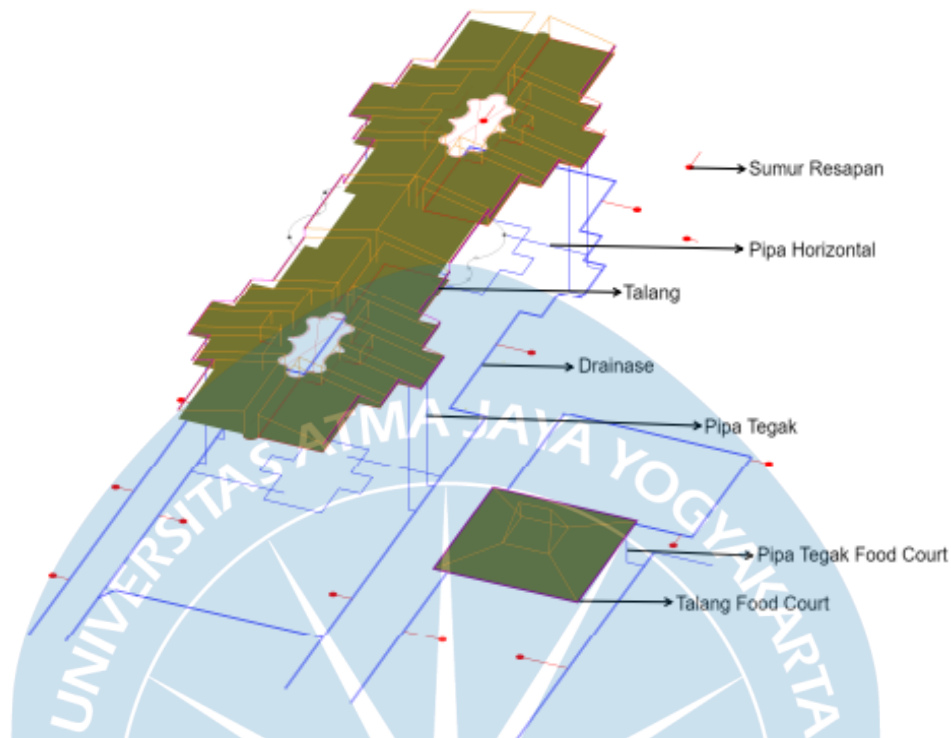
No.	Deskripsi Lahan / Karakter Permukaan	Koefisien C
1.	Bisnis	
	• Perkotaan	0,70-0,95
	• Pinggiran	0,50-0,70
2.	Perumahan	
	• Rumah tunggal	0,30-0,50
	• Multiunit terpisah, terpisah	0,40-0,60
	• Multiunit, tergabung	0,60-0,75
	• Perkampungan	0,25-0,40
	• Apartemen	0,50-0,70
3.	Industri	
	• Ringan	0,50-0,80
	• Berat	0,60-0,90
	Perkerasan	
	• Aspal dan beton	0,70-0,95
	• Batu bata, paving	0,50-0,70
	Atap	0,75-0,95
	Halaman, tanah berpasir	
	• Datar 2%	0,05-0,10
	• Rata-rata 2-7%	0,10-0,15
	• Curam 7%	0,15-0,20
	Halaman, tanah berat	
	• Datar 2%	0,13-0,17
	• Rata-rata 2-7%	0,18-0,22

	• Curam 7%	0,25-0,35
	Halaman kereta api	0,10-0,35
	Taman tempat bermain	0,20-0,35
	Taman, pekuburan	0,10-0,25
	Hutan	
	• Datar, 0-5%	0,10-0,40
	• Bergelombang, 5-10%	0,25-0,50
	• Berbukit 10-30%	0,30-0,60

Dalam perencanaan drainase untuk bangunan rumah susun sederhana sewa DI Yogyakarta ini untuk luasan dan koefisien dibedakan sesuai dengan lokasinya, penentuan koefisien dapat dilihat pada Tabel 2.6 seperti atap menggunakan koefisien 0,95 maka debit yang diperoleh sebesar 19,498 m³/jam dengan luas 1943 m². Untuk taman yang memiliki luas 2457 m² dan koefisien yang digunakan adalah 0,25 maka diperoleh debit hujan 6,488 m³/jam. Sedangkan debit yang diperoleh pada untuk *paving* dan perkerasan (jalan) sebesar 5,65 m³/jam dan 12,343 m³/jam, untuk luasan masing-masingnya adalah 764 m² dan 1230 m². Nilai intensitas hujan 10,563 mm/jam diperoleh dari analisis frekuensi curah hujan.

2.4.2 Pembuatan Jalur dan Isometri Jaringan Air Hujan

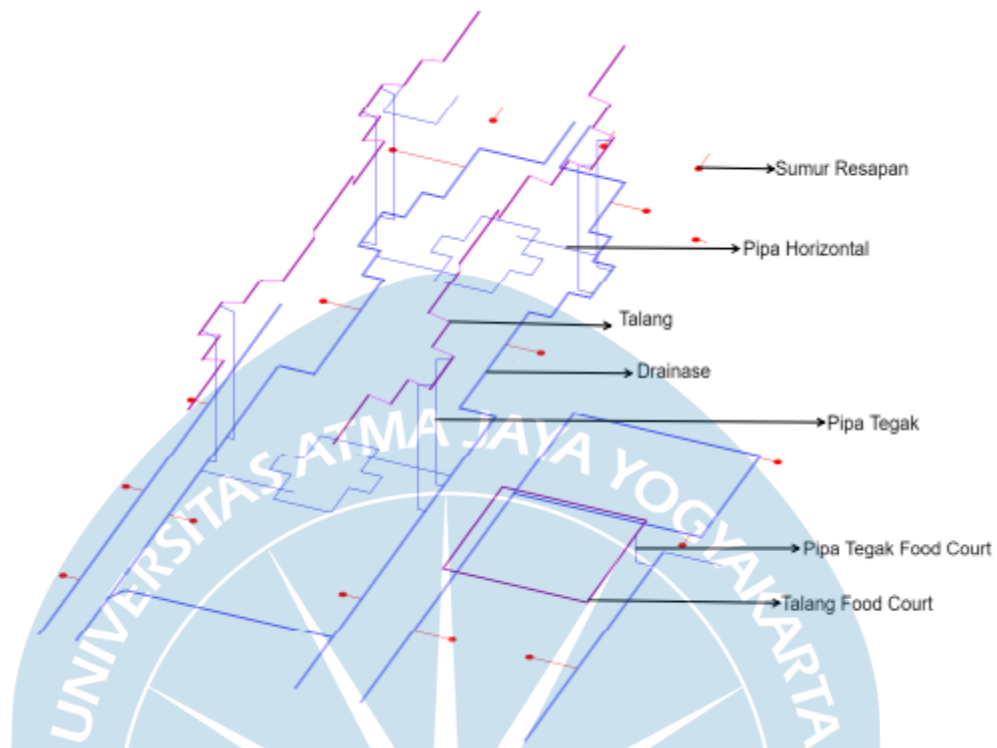
Pembuatan isometri jaringan air hujan menggunakan *software Autocad*, perencanaan jalur dengan mempertimbangkan debit hujan yang akan di salurkan ke drainase kota atau ditampung sementara dalam sumur resapan. Pada bangunan Rumah Susun Sederhana Sewa DI Yogyakarta ini direncanakan bahwa air hujan yang jatuh di atas atap akan dialirkan melalui talang ke pipa tegak lalu dialirkan ke saluran drainase kemudian akan dialirkan langsung ke aliran kota, untuk perkerasan akan dialirkan langsung ke drainase kemudian ke aliran kota, sedangkan untuk air hujan yang jatuh di taman dan *paving* akan di tampung dalam sumur resapan. Untuk jalur dan isometri jaringan air hujan dapat dilihat pada gambar



Gambar 2. 6 Isometri Jaringan Air Hujan

2.4.3 Diameter Pipa Jaringan Air Hujan

Penentuan diameter pipa jaringan air hujan seperti ukuran pipa horizontal, ukuran pipa tegak air hujan dan dimensi talang yang digunakan mengacu pada SNI 8153-2015. Dengan nilai intensitas hujan 10,563 mm/jam dan kemiringan 2% maka dimensi pipa horizontal diperoleh 3 inci. Pipa tegak pada atap gedung di letakkan di 8 titik. Ukuran pipa tegak untuk atap gedung dengan luas total atap 1943 m² didapatkan 3 inci. Selain itu, untuk ukuran pipa tegak atap *food court* dengan luas 400 hanya 1 titik dengan ukuran yang digunakan adalah 3 inci. Sedangkan ukuran talang yang digunakan pada atap gedung adalah 4 inci, 6 inci dan 5 inci dan untuk *food court* adalah 5 inci. Pipa jaringan air hujan dapat dilihat pada Gambar 2.7



Gambar 2. 7 Pipa Jaringan Air Hujan

2.4.4 Sumur Resapan

Sumur resapan berfungsi untuk meresap dan menampung air hujan yang digunakan sebagai keperluan sekunder seperti membersihkan lantai, menyiram tanaman, dll. Dalam perencanaan sumur resapan ini diasumsikan bahwa kawasan gedung membutuhkan adanya sumur resapan. Untuk posisi atau titik sumur resapan juga diperkirakan pada posisi yang tepat. Dalam perencanaan sumur resapan ini diasumsikan bahwa muka air tanah pada kawasan berada pada kedalaman 5 m. Untuk diameter sumur resapan diambil 1 meter karena menyesuaikan ukuran buis beton yang ada di pasaran, lalu untuk kedalamannya digunakan 4 meter.

Dengan mengacuh pada SNI 03-2453-2002, berikut Langkah-langkah penentuan sumur resapan air hujan

Perhitungan sumur resapan menggunakan persamaan-persamaan berikut

- 1) Volume andil banjir dapat digunakan rumus sebagai berikut

$$V_{ab} = 0,855 \times C_{tadahan} \times A_{tadahan} \times R \quad (2.12)$$

dengan,

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

$C_{tadahan}$: Koefisien limpasan dari bidang tanah (tanpa satuan)

$A_{tadahan}$: Luas bidang tadah (m^2)

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

Nilai R (tinggi hujan rata-rata) sebesar 48,37 mm/hari diperoleh dari analisis frekuensi curah hujan. Untuk nilai koefisien diperoleh dengan ketentuan pada Tabel 2.6. Dengan menggunakan persamaan (2.12) didapatkan besarnya V_{ab} pada perencanaan sumur resapan taman dan *paving* adalah 25401,25 liter dan 22115,73 liter.

2) Volume air hujan yang meresap digunakan rumus sebagai berikut

$$V_{rsp} = \frac{t_e}{R} \times A_{total} \times K \quad (2.13)$$

dengan,

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

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

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

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

K : Koefisien permeabilitas tanah (m/hari)

(untuk dinding sumur yang kedap, nilai $K_v = K_h$, untuk dinding tidak kedap diambil nilai $K_{rata-rata}$)

$$K_{rata-rata} = \frac{K_v \times A_h + K_h \times A_v}{A_{total}} \quad (2.14)$$

dengan,

$K_{rata-rata}$: Koefisien permeabilitas tanah rata-rata (m/hari)

K_v : Koefisien permeabilitas tanah pada dinding sumur = $2 K_h$

K_h : Koefisien permeabilitas tanah pada alas sumur (m/hari)

A_h : Luas alas sumur penampang lingkaran = $\frac{1}{4} \times \mu \times D^2$ (m^2)

: Luas alas sumur dengan penampang segi empat = $P \times L$ (m^2)

- A_v : Luas dinding sumur penampang lingkaran = $\mu \times D \times H$ (m²)
 : Luas dinding sumur penampang segi empat = $2 \times P \times L$ (m²)

Koefisien permeabilitas tanah diambil 0,00058 mm/hari, koefisien permeabilitas ini diperoleh dari pengujian pada Praktikum Hidrolika dan Rekayasa Lingkungan. Volume resap yang didapatkan untuk taman sebesar 0,0002 m³ dan untuk *paving* sebesar 0,0002 m³.

- 3) Volume penampungan (storasi) air hujan digunakan rumus sebagai berikut

$$V_{storasi} = V_{ab} - V_{rsp} \quad (2.15)$$

Besarnya volume penampungan yang diperoleh untuk taman adalah 25,40 m³ dan untuk *paving* 22,12 m³.

- 4) Penentuan jumlah sumur resapan, terlebih dahulu menghitung H_{total} sebagai berikut

$$H_{total} = \frac{V_{ab} - V_{rsp}}{A_h} \quad (2.16)$$

$$n = \frac{H_{total}}{H_{rencana}} \quad (2.17)$$

dengan,

n : Jumlah sumur resapan air hujan (buah)

H_{total} : Kedalaman total sumur resapan air hujan (m)

$H_{rencana}$: Kedalaman yang direncanakan < kedalaman air tanah (m)

Dari perhitungan di atas banyaknya sumur resapan yang digunakan adalah 17 buah sumur, di mana 9 buah untuk kawasan taman dan 8 buah untuk area *paving*.

2.4.5 Perencanaan Drainase

Saluran drainase ini difungsikan untuk mengalirkan air hujan yang jatuh dalam kawasan gedung seperti pada perkerasan, atap gedung dan atap *food court*. Jenis penampang saluran drainase yang digunakan dalam perencanaan drainase ini adalah persegi panjang dengan asumsi lebar drainase adalah 0,2 meter dan tinggi 0,1 meter,

dan tinggi jagaan 0,2 meter sehingga diperoleh keliling saluran 0,4 meter dan luas penampang 0,02 meter serta jari-jari hidrolisis diperoleh 0,05 m. Saluran drainase ini menggunakan bahan beton sehingga koefisien *manning* digunakan 0,013 dan kemiringan normal digunakan 2%. Untuk menentukan kecepatan aliran dalam drainase dapat digunakan rumus *manning*

$$V = \frac{i}{n} (R)^{\frac{2}{3}} (s)^{\frac{1}{2}} \quad (2.18)$$

dengan,

V= Kecepatan aliran

R= Jari-jari hidrolisis (R= luas penampang/keliling saluran)

S= kemiringan dasar saluran

n= koefisien *manning*

Dari persamaan 2.18 diperoleh kecepatan aliran sebesar 1,476 m/s. Setelah memperoleh nilai kecepatan aliran, maka dengan mengalikan luas penampang dan kecepatan aliran akan diperoleh nilai debit rencana yaitu 0,0295 m³/s

2.5 Kesimpulan

Dari 3 metode perhitungan kebutuhan air bersih diambil metode yang memiliki nilai yang maksimum yaitu metode penafsiran unit beban alat plambing dengan, Qd = 142560 lt/hari, Qh = 17820 lt/jam, Qh-maks = 35640 lt/jam dan Qm-max = 1188 lt/menit. Untuk dimensi pipa berdasarkan SNI-8153:2015 digunakan yaitu 0,75 inci, 1 inci, 1,25 inci, 1,5 inci dan 2 inci. Berdasarkan perhitungan kapasitas *ground tank* dan *roof tank* diperoleh volume total 77 m³ untuk 4 buah *ground tank* dan 12 m³ untuk 4 buah *roof tank*. Besarnya daya pompa yang digunakan untuk mengalirkan air dari GWT ke RT adalah 792,996 watt dan untuk mengalirkan air ke *food court* adalah 731,44 watt. Untuk perencanaan drainase digunakan drainase penampang persegi panjang dengan lebar 0,2 meter dan tinggi 0,3 meter. Dalam perencanaan sumur resapan diperoleh 17 buah sumur resapan dengan diameter 1 meter dan tinggi 4 meter.