

BAB II PERANCANGAN DRAINASE DAN PEMIPAAN

2.1 Data Umum Perancangan

Di Daerah Perkotaan, umumnya air hujan ditampung di suatu tempat lalu dialirkan dengan aman menuju danau, laut, atau sungai melalui saluran air yang aman untuk dilalui. Sistem ini bisa mempercepat limpasan permukaan, sehingga dapat meningkatkan debit puncak yang terdapat pada hilir daerah yang terdampak.

Pekembangan infrastruktur di Indonesia yang sangat cepat berdampak pada berkurangnya luas daerah resapan air hujan sehingga air banyak menjadi genangan dan mempercepat waktu berkumpulnya air. Hal tersebut dapat berdampak pada jumlah air hujan yang berinfiltrasi ke dalam tanah berkurang serta kapasitas drainase yang mengalami *overload*. Drainase dapat diartikan sebagai pembuangan air permukaan dengan bantuan gravitasi atau dengan bantuan pompa untuk mencegah terjadinya limpasan air. Maka dibutuhkan sistem drainase yang berguna untuk mengurangi jumlah air yang melebihi kapasitas dari suatu wilayah agar dapat berfungsi secara optimal.

Mekanikal plambing adalah suatu sistem yang berfungsi sebagai penyedia air bersih dan penyaluran air limbah serta drainase air hujan. Mekanikal plambing dapat diartikan sebagai segala sesuatu yang berkaitan dengan pengerjaan pipa serta peralatan yang terdapat di dalam Gedung yang bersangkutan dengan air bersih ataupun buangan yang disambungkan dengan sistem saluran perkotaan (Sunarno, 2005).

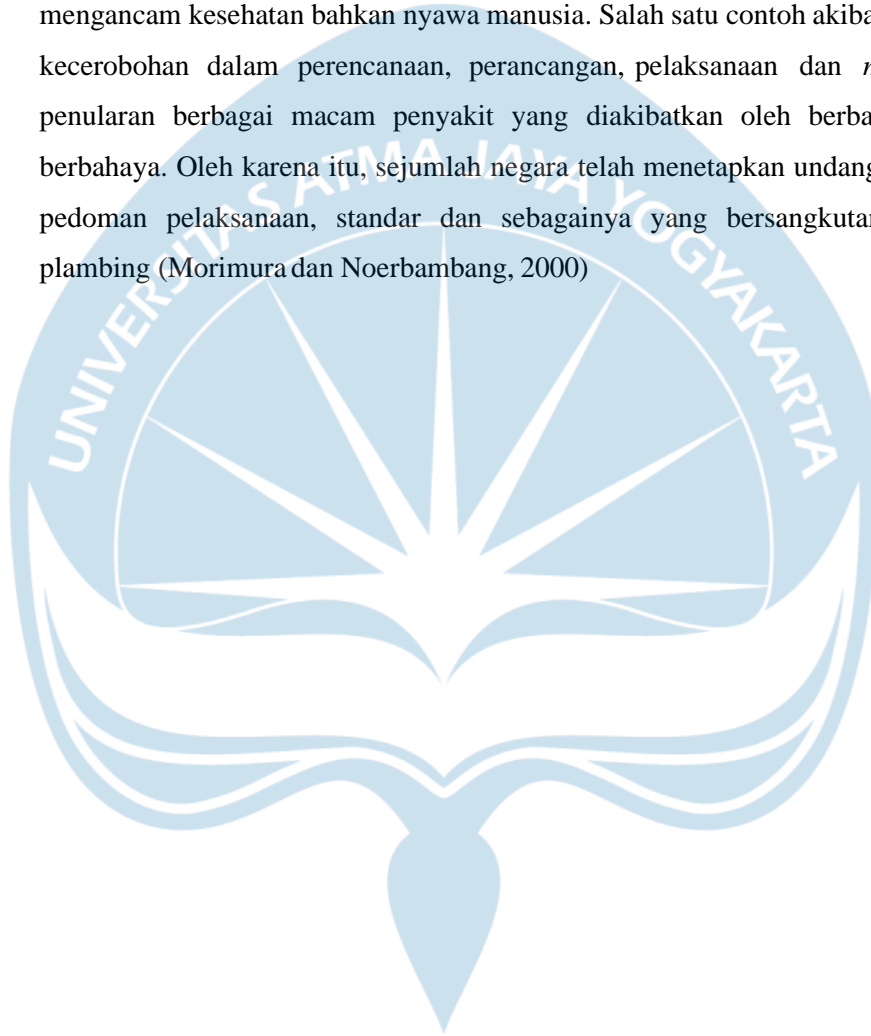
Menurut Morimura dan Noerbambang (2000), sistem plambing adalah bagian dari pembangunan infrastruktur yang tidak bisa dipisahkan. Oleh karena itu perancangan sistem plambing wajib dilaksanakan bersamaan dan selaras dengan Langkah perancangan infrastruktur tersebut.

Pada SNI 03-6481-2000 dikatakan bahwa plambing adalah segala sesuatu yang bersangkutan dengan pekerjaan pelaksanaan pipa dengan peralatannya yang terdapat di suatu gedung yang bersangkutan dengan air hujan, air limbah dan air minum dan disambungkan dengan saluran perkotaan atau sistem lain yang diizinkan.

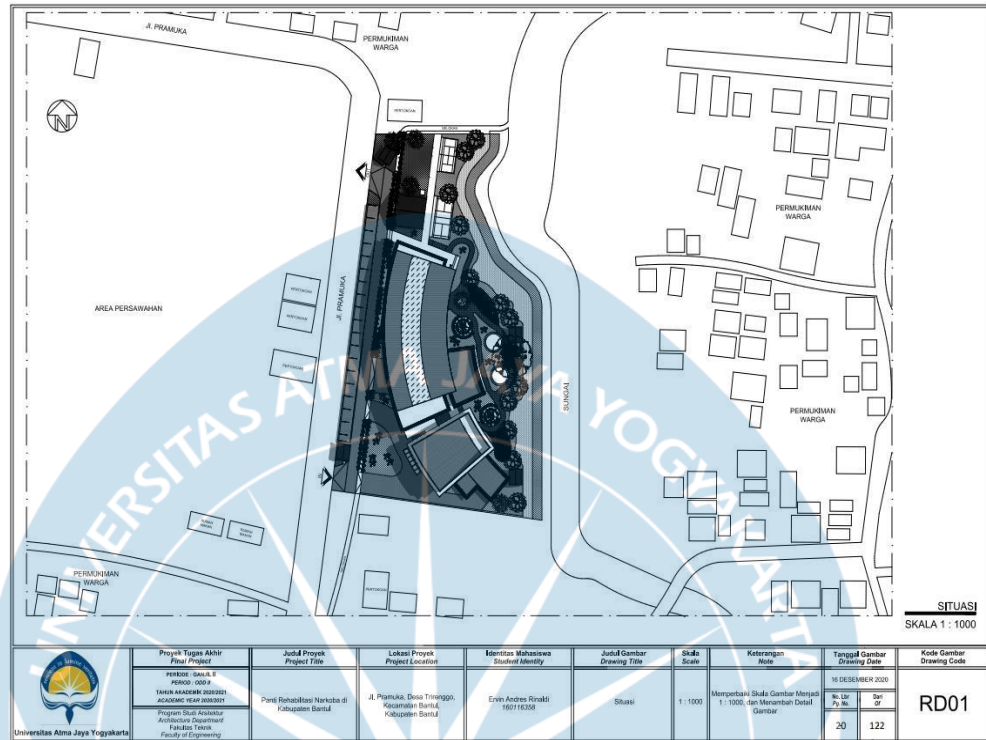
Untuk pekerjaan plambing pada sistem plambing, diperlukan perhitungan yang cermat. Peralatan plambing memiliki fungsi sebagai berikut (Morimura dan Noerbambang, 2000):

1. Menyediakan air bersih menuju tempat yang diharapkan dengan tekanan yang memenuhi oleh sistem penyediaan air bersih/minum.
2. Membuang air limbah yang berasal dari beberapa lokasi tanpa mencemari penting lainnya yang dilakukan dengan sistem pengolahan air limbah.

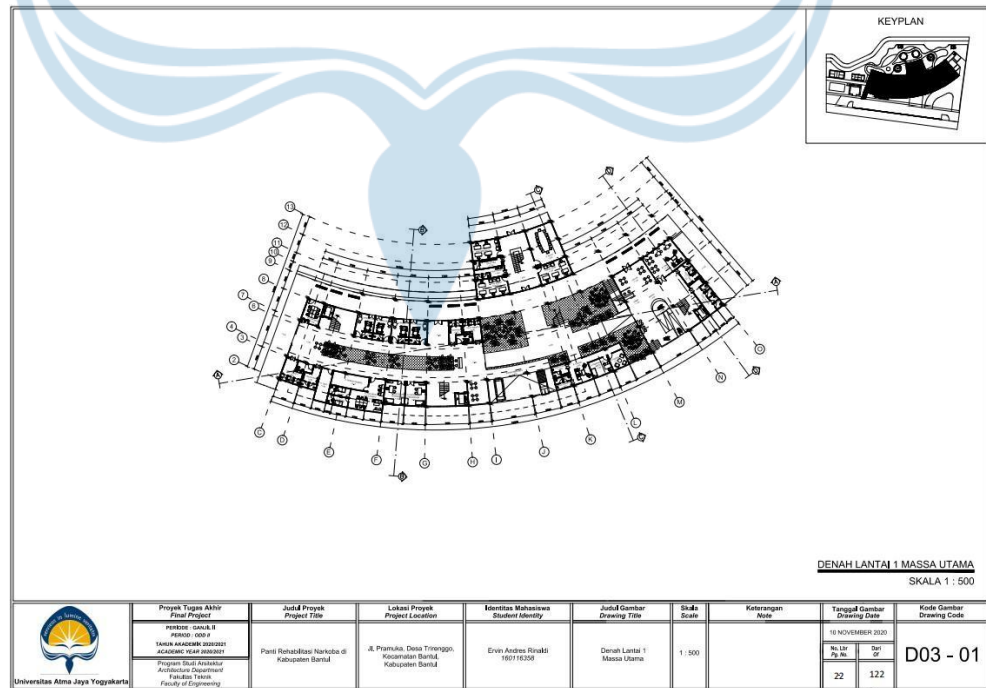
Kecerobohan dalam perencanaan, perancangan, pelaksanaan dan *maintenance* dapat mengancam kesehatan bahkan nyawa manusia. Salah satu contoh akibat dari kesalahan atau kecerobohan dalam perencanaan, perancangan, pelaksanaan dan *maintenance* adalah penularan berbagai macam penyakit yang diakibatkan oleh berbagai macam bakteri berbahaya. Oleh karena itu, sejumlah negara telah menetapkan undang-undang, peraturan, pedoman pelaksanaan, standar dan sebagainya yang bersangkutan mengenai sistem plambing (Morimura dan Noerbambang, 2000)



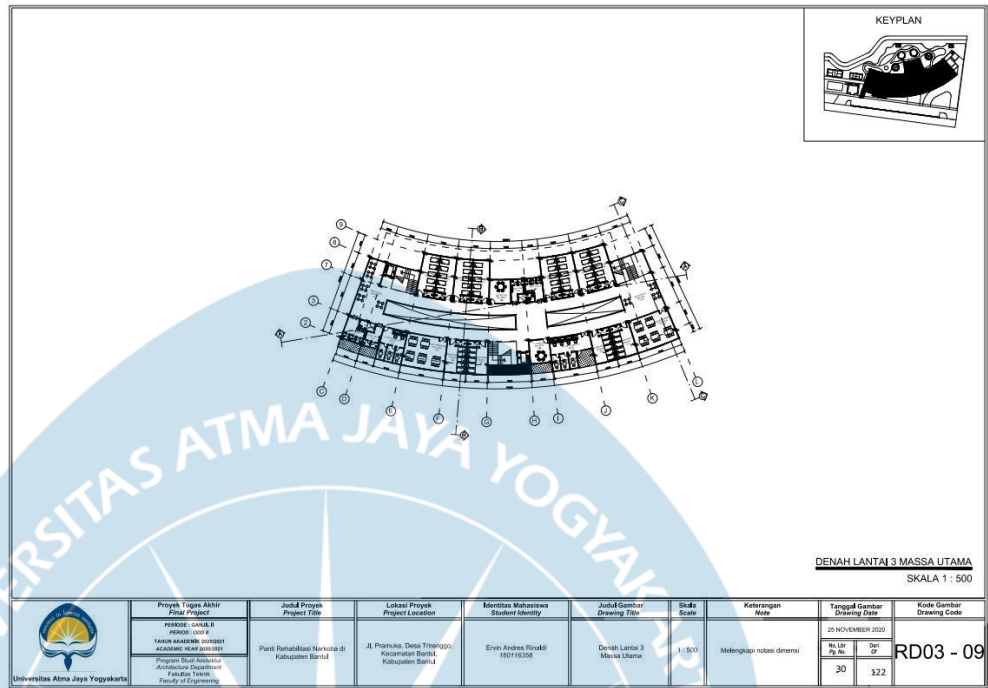
2.2 Skema Bangunan



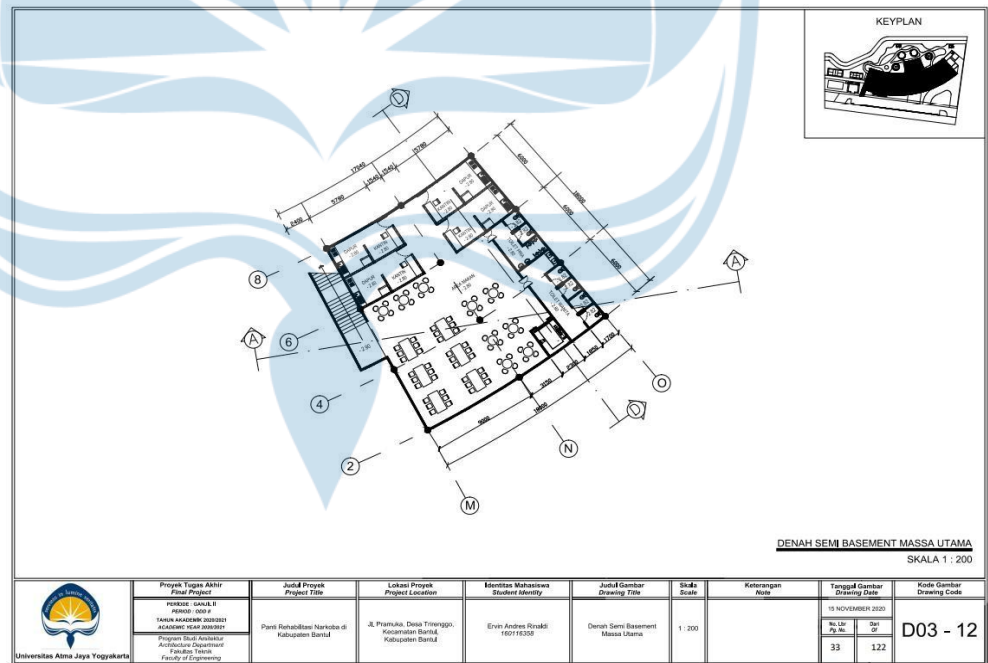
Gambar 2. 1 Denah Situasi Panti Rehabilitasi Narkoba



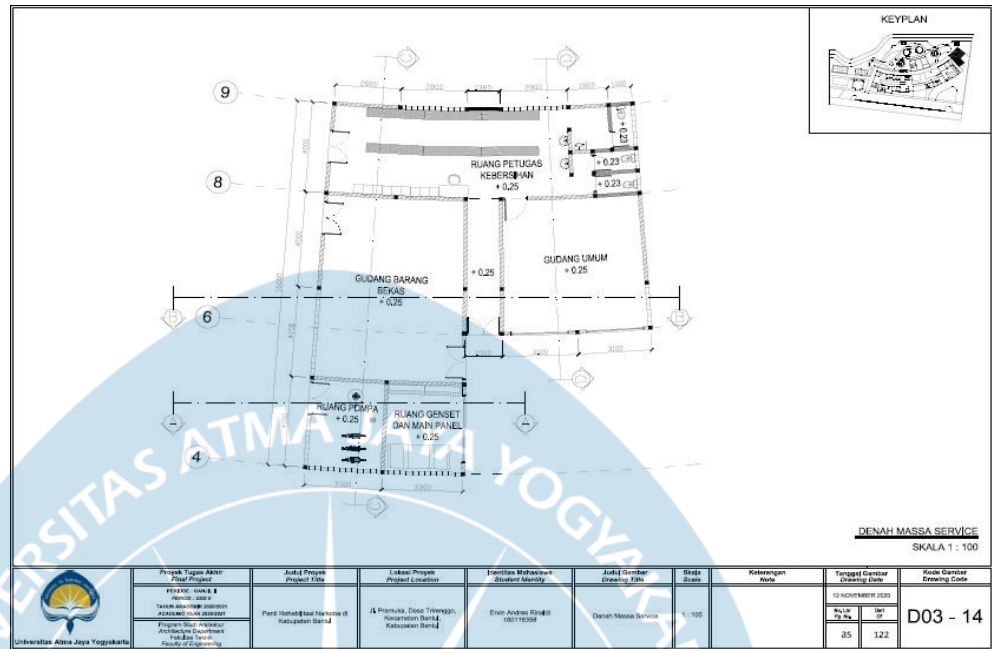
Gambar 2. 2 Denah Lantai 1 Panti Rehabilitasi Narkoba



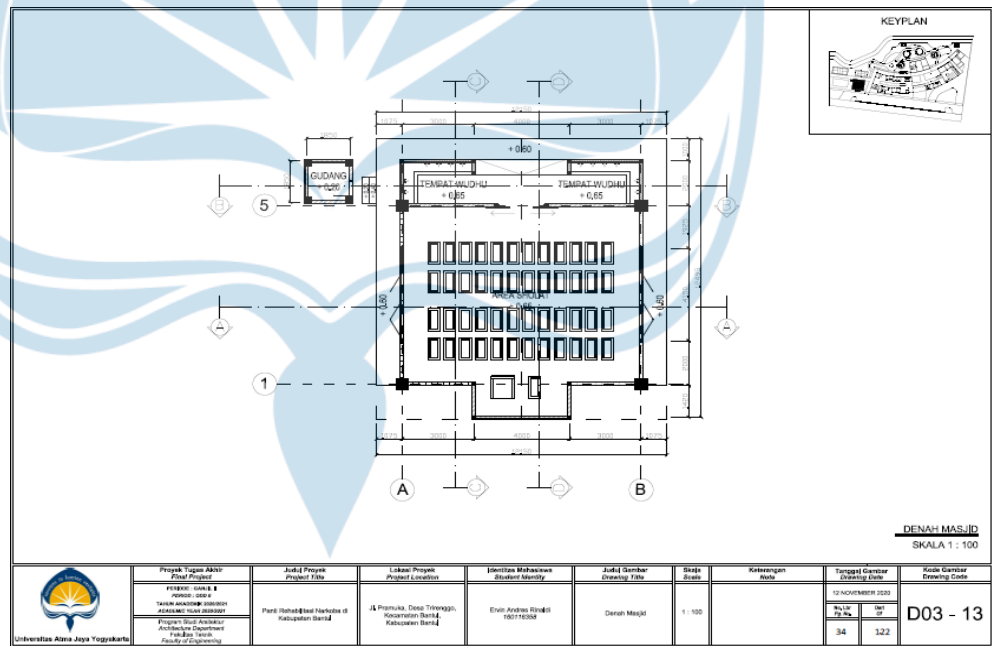
Gambar 2. 3 Denah Lantai 2 Panti Rehabilitasi Narkotika



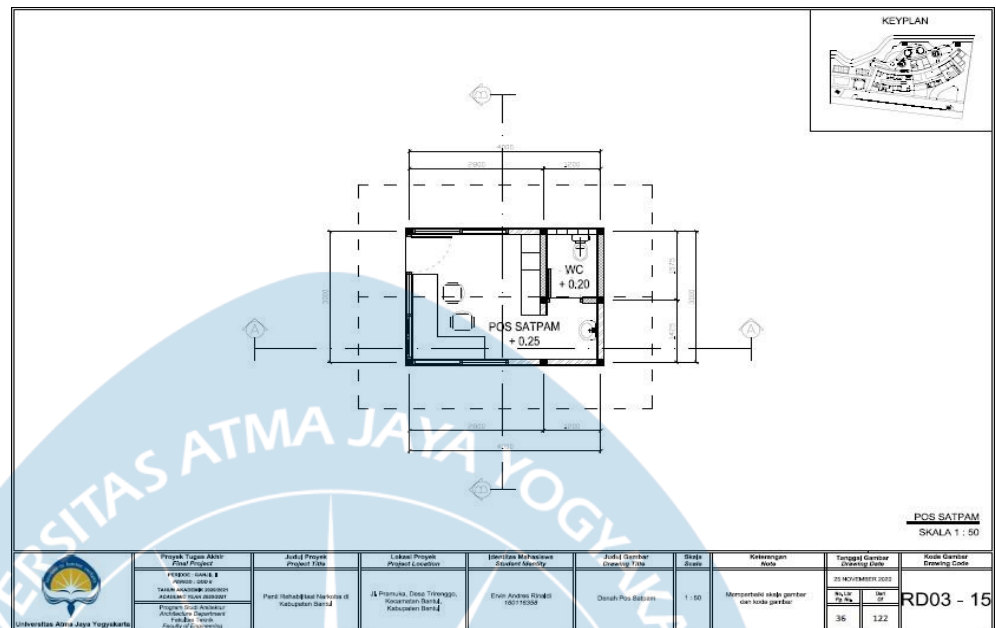
Gambar 2. 4 Denah Semi Basement Panti Rehabilitasi Narkotika



Gambar 2. 5 Denah Massa Service



Gambar 2. 6 Denah Masjid



Gambar 2. 7 Denah Pos Satpam

2.3 Referensi Peraturan Perancangan

Standar referensi harus dipatuhi saat merancang semua jenis desain. Umumnya di Indonesia standar yang diikuti adalah Standar Nasional Indonesia (SNI). Ketentuan acuan dalam desain ini adalah sebagai berikut:

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.

2.4 Analisis Kebutuhan Air Bersih

Penyediaan air bersih harus direncanakan dengan mempertimbangkan kebutuhan air bersih pada gedung-gedung bertingkat. Dengan menentukan kapasitas tampungan air, maka perencanaan ini bertujuan untuk dapat memenuhi kebutuhan air pada penggunaan maksimal atau untuk jangka waktu penggunaan maksimal 8 jam. Air bersih menurut Keputusan

Menteri Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2002 adalah air yang berkualitas baik yang dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-hari.

Perencanaan air untuk gedung bertingkat harus mempertimbangkan fungsi gedung, jumlah perlengkapan *plumbing*, dan jumlah penghuni. Kebutuhan air dapat dihitung dengan menggunakan tiga metode yang berbeda, kebutuhan air berdasarkan jumlah pengguna, kebutuhan air berdasarkan jumlah peralatan *plumbing*, dan kebutuhan air berdasarkan unit beban peralatan *plumbing*. Jumlah pengguna digunakan sebagai dasar untuk menganalisis kebutuhan air bersih dalam perancangan ini.

2.4.1 Jenis Sistem Penyediaan Air Bersih

Sistem penyediaan air bersih atau minum memiliki beberapa macam sistem sambungan seperti sambungan langsung, sambungan dengan sistem *rooftank*, dan sistem tangki tekan.

1. Sistem sambungan langsung
Sistem sambungan langsung merupakan sistem *plumbing* pada gedung yang bersumber dari Perusahaan Air Minum (PAM)
2. Sistem *Roof Tank*
Sistem *rooftank* merupakan sistem pengaliran air bersih yang melalui proses penampungan terlebih dahulu di *Ground Water Tank* (GWT) kemudian dialirkan menuju *Roof Tank* (RT) dengan bantuan pompa. Air yang terdapat dalam *Roof Tank* selanjutnya dialirkan menuju seluruh alat *plumbing* di dalam gedung melalui pipa.
3. Sistem tangki tekan
Sistem tangki tekan merupakan sistem pengaliran air yang telah di tampung pada GWT kemudian dialirkan menuju tangki (bejana) tertutup. Udara yang terdapat dalam bejana akan terkompresi dan menyebabkan air mengalir ke alat *plumbing* yang terdapat pada Gedung

Berdasarkan kondisi lapangan yang ditinjau, sumber penyediaan air pada Gedung Panti Rehabilitasi Narkoba berasal dari air tanah.

2.4.2 Sistem Pengaliran Air Bersih

Sistem pengaliran air bersih pada suatu Gedung memiliki 3 jenis metode yaitu sistem pengaliran ke atas, pengaliran ke bawah, dan pengaliran satu pipa.

1. Sistem pengaliran ke atas

Sistem pengaliran ke atas merupakan sistem pemasangan pipa utama disambungkan dari *roof tank* yang turun menuju lantai terbawah dari suatu gedung kemudian dialirkan mendatar serta bercabang tegak ke atas menuju alat plambing.

2. Sistem pengaliran ke bawah

Sistem pengaliran ke bawah merupakan sistem pemipaan dimana pipa utama diletakkan di langit-langit teratas suatu gedung dengan posisi mendatar dan bercabang tegak ke arah bawah menuju setiap alat plambing.

3. Sistem pengaliran satu pipa

Sistem pengaliran air pipa tunggal atau satu pipa adalah sistem penyaluran air bersih dengan satu pipa pengantar dari pompa GWT untuk *roof tank* dan saluran air yang mensuplai air menuju setiap alat plambing.

2.4.3 Peralatan Sistem Pengaliran Air Bersih/Minum

Peralatan sistem pengaliran air bersih merupakan peralatan yang berfungsi sebagai penunjang saluran air. Peralatan sistem pengaliran air bersih memiliki 3 macam alat yakni *Roof Tank*, *Ground Water Tank* (GWT), dan tangki tekan. Penjelasan dari masing-masing alat akan dipaparkan sebagai berikut :

1. *Roof Tank*/Tangki atas

Roof Tank atau tangki atas merupakan tangki yang digunakan untuk menampung air guna memenuhi kebutuhan jam puncak. Pada umumnya tangki atas dibuat dari bahan dasar berupa pelat baja, *fiberglass* dan juga beton.

2. GWT/Tangki Bawah

Ground Water Tank (GWT) atau yang dapat disebut tangki bawah merupakan tangki yang memiliki fungsi sebagai penampung air untuk keperluan 1 hari. GWT pada umumnya dibuat dengan bahan dasar berupa pelat baja, *Fiberglass Reinforced Plastic* (FRP) dan beton.

3. Tangki Tekan

Sistem tangki bertekanan adalah sistem distribusi air dimana air yang terdapat pada tangki bagian bawah dikirim ke tangki tertutup. Udara di dalam wadah dikompresi dan air dapat mengalir melalui peralatan pipa di dalam gedung.

2.4.4 Prinsip dalam Aliran Pipa

Aliran pipa adalah salah satu bagian dari metode pendistribusian air. Prinsip yang digunakan untuk mendistribusikan air dengan aliran pipa yaitu dengan mengalirkan aliran air dengan pipa ke berbagai lokasi yang memiliki alat plambing. Jaringan pipa yang menampung aliran air dirancang sedemikian rupa guna dapat mengalirkan air dengan lancar ke seluruh alat plambing.

Dalam sistem plambing, terdapat beberapa komponen pelengkap yakni katup, *flange*, *reducer*, tumpuan/struktur, *elbow*, percabangan, *nozzle* serta komponen lainnya. Komponen tersebut berfungsi untuk menunjang rangkaian pipa agar dapat dirancang untuk mencakup seluruh bagian dari sistem pemipaan.

2.4.5 Pompa

Pompa merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengalirkan fluida dari tempat yang memiliki tekanan rendah menuju tempat yang memiliki tekanan lebih tinggi. Pompa terbagi menjadi beberapa jenis, yaitu :

1. Pompa sumur dangkal

Pompa sumur dangkal merupakan pompa yang memiliki daya hisap dengan kedalaman hingga 9 meter. Pada umumnya penggunaan pompa sumur dangkal digunakan untuk sistem pengaliran yang tergolong ringan.

2. Pompa sumur dalam

Pompa sumur dalam merupakan pompa air yang memiliki daya hisap dengan kedalaman lebih dari 9 meter. Ciri khas dari pompa sumur dalam adalah terdapat *jet injector* yang berguna untuk meningkatkan daya pancar air yang dihisap.

3. Pompa celup

Pompa celup merupakan pompa yang digunakan dengan cara dimasukkan/dicelupkan kedalam air. Pada umumnya pompa celup memiliki daya pancar sejauh 5 meter.

4. Pompa *booster*

Pompa *booster* merupakan pompa yang berguna untuk menambah daya pancar air dalam sistem plambing. Pompa *booster* umumnya dipasang berdekatan dengan *roof tank* atau sumber air lainnya.

2.5 Perhitungan

2.5.1 Debit aliran air

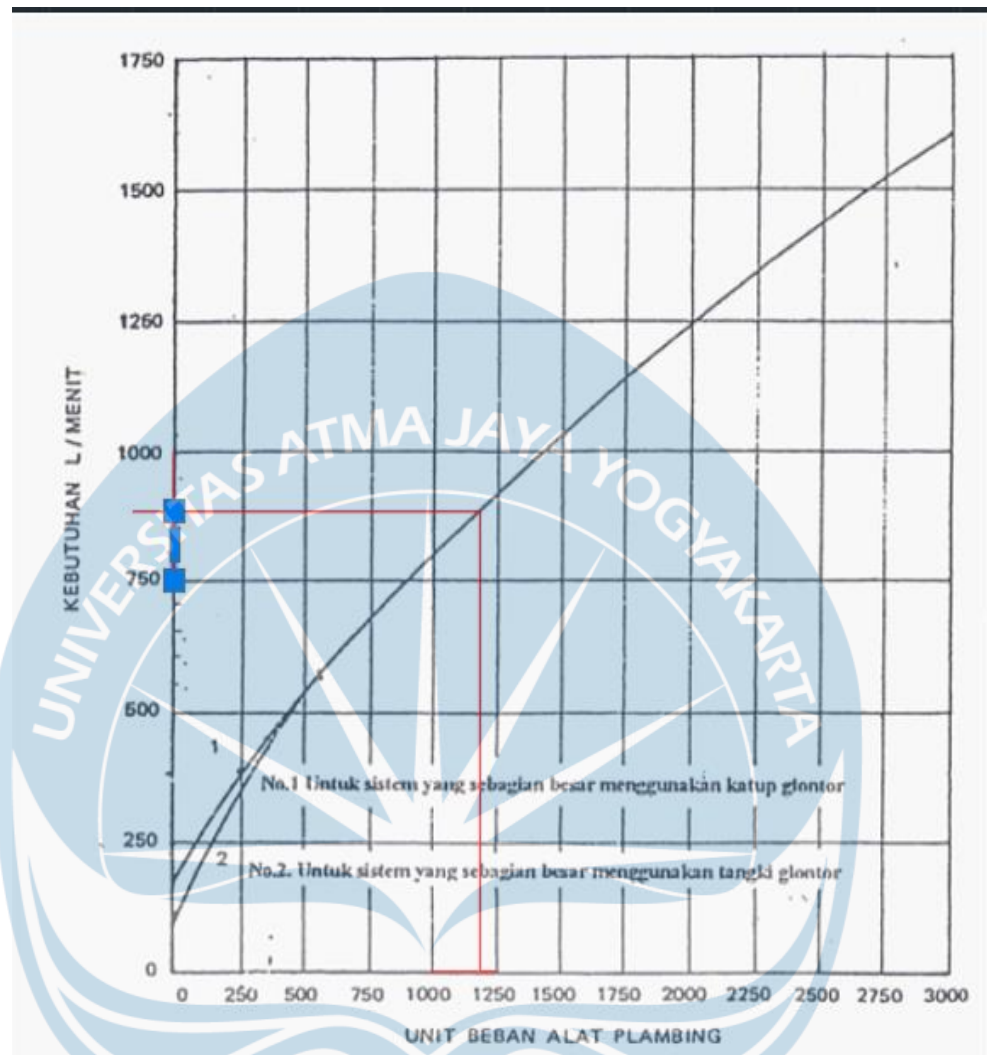
1. Metode UBAP (Unit Beban Alat Plumbing)

Dalam metode UBAP digunakan perhitungan dengan menghitung jumlah alat plumbing yang ada di gambar desain Gedung Panti Rehabilitasi Narkoba. Nilai UBAP untuk tiap lantai dapat dilihat sebagai berikut:

1. Lantai 1 sebesar 487.
2. Lantai 2 sebesar 355.
3. Lantai 3 sebesar 191.
4. Lantai Semi-basement sebesar 82.
5. Mushola sebesar 24.

Untuk perhitungan jumlah alat plumbing secara detail dapat dilihat pada lampiran 12. Hasil dari perhitungan debit air menggunakan metode UBAP didapat Q_m -max sebesar:

$$\begin{aligned} Q_m - \max &= 885 \text{ liter/menit} \\ &= \mathbf{0,885 \text{ m}^3/\text{menit}} \end{aligned}$$



Gambar 2. 8 Grafik Qm-max

2. Metode Jenis dan Jumlah Alat Plumbing

Metode ini dihitung berdasarkan jumlah alat plambing, pemakaian air rerata per hari serta penggunaan alat plambing per jam dalam satu hari. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai debit efektif sebagai berikut:

1. Lantai 1 sebesar 7.364,7 liter/jam
2. Lantai 2 sebesar 5.358,9 liter/jam
3. Lantai 3 sebesar 3.778,9 liter/jam
4. Lantai semi-basement sebesar 1.406,4 liter/jam
5. Mushola sebesar 518,4 liter/jam

Untuk perhitungan detail dapat dilihat pada lampiran 13. Hasil dari perhitungan menggunakan metode jenis dan jumlah alat plambing didapatkan Qm-max sebesar:

$$\begin{aligned}
 Q_m\text{-max} &= 307,12313 \text{ liter/menit} \\
 &= 18,4273 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= \mathbf{0,3071 \text{ m}^3/\text{menit}}
 \end{aligned}$$

3. Metode luasan efektif

Metode ini menggunakan jumlah penghuni dari Pantti Rehabilitasi Narkoba menggunakan luasan efektif yang dicari melalui bantuan aplikasi AutoCad. Dengan mengalikan jumlah penghuni dengan pemakaian rerata per hari didapatkan debit harian yang dicari.

Tabel 2. 1 Perhitungan Jumlah Penghuni

| Luasan (autocad) | | |
|------------------|-------|-----|
| Lt 1 | 1006 | m2 |
| Lt 2 | 1006 | m2 |
| Lt 3 | 697 | m2 |
| semi basement | 325 | m2 |
| total luas | 3034 | m2 |
| jumlah penghuni | 151.7 | 152 |

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah penghuni didapatkan dengan:} &= \frac{(50\% \times \text{Total Luas})}{10} \\
 \text{Jumlah penghuni} &= \frac{(50\% \times 3.034)}{10} \\
 &= 151,7 \approx 152 \text{ orang}
 \end{aligned}$$

Tabel 2. 2 Perhitungan Debit Air Menggunakan Metode Luasan Efektif

| Perhitungan dengan metode luasan | | | |
|------------------------------------|--------|-----|----------|
| Luas 3 lantai | 3034 | | m2 |
| Luas Gedung Efektif | 1517 | | m2 |
| Kepadatan Penghuni | 151.7 | 152 | org |
| Debit Harian | | | |
| Pemakaian air rata - rata sehari | 120 | | lt/hari |
| Qd (debit harian) | 29840 | | lt/hari |
| | 29.84 | | m3/hari |
| Q total + antisipasi kebocoran 20% | 35.808 | | m3/hari |
| Qh (Pemakaian air rerata efektif) | 4.476 | | m3/jam |
| Pemakaian air jam puncak | | | |
| Qh max(C1 = 1,5 - 2) | 8.952 | | m3/jam |
| Qm max(C2 = 3 - 4) | 0.2238 | | m3/menit |
| | 223.8 | | L/menit |

$$\begin{aligned}
 Q_d \text{ (debit harian)} &= \frac{(\text{Jumlah Penghuni} \times \text{Pemakaian air rerata sehari})}{\text{Total air diperlukan per hari}} \\
 &= \frac{(152 \times 120 \frac{\text{liter}}{\text{hari}})}{11.600 \text{ liter/hari}} \\
 &= 29.840 \text{ liter/hari} \\
 &= 29,84 \text{ mm}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ total} + \text{Antisipasi kebocoran } 20\% &= 29,84 \times 120\% \\
 &= 35,808 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$Q_h = 35,808/8$$

$$= 4,476 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q_h \text{ max} = 8,952 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q_m \text{ max} = 0,2238 \text{ m}^3/\text{menit}$$

Tabel 2. 3 Perhitungan debit air

| Perhitungan Mushola | | |
|-------------------------------|-------------|-----------------------|
| Luas Mushola | 86.45 | m ² |
| Kepadatan mushola | 1.5 | m ² /orang |
| Kapasitas mushola | 57.63333333 | orang |
| | 58 | orang |
| Waktu efektif | 1 | jam |
| waktu sholat | 15 | menit |
| turnover | 4 | kali |
| Total pengunjung dalam sehari | 1160 | orang |
| asumsi kebutuhan | 10 | lt/orang/hari |
| total air diperlukan per hari | 11600 | lt/hari |
| | 0.008056 | m ³ /menit |

Berdasarkan perhitungan dari tiga metode di atas, dipilih perhitungan dengan metode UBAP karena memiliki debit yang paling besar.

2.5.2 Ukuran pipa

Dalam sistem perancangan keairan, ada beberapa ukuran pipa yang dapat digunakan tergantung pada kebutuhan. Untuk menentukan ukuran pipa yang sesuai, perhitungan berikut harus dilakukan :

- a. Diameter pipa pompa

$$D \text{ pipa} = (4 \times \frac{Q}{\pi} \times V)^{0,5}$$

Keterangan:

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

V = kecepatan aliran (m/detik), diasumsikan 2 m/s

$$\text{Diameter pipa} = ((4 \times 0,001984568)/((22/7) \times 2))^{0,5}$$

$$= 0,03553740155 \text{ m}$$

$$= 35,5374 \text{ mm digunakan pipa dengan diameter } 38,1 \text{ mm}$$

b. Diameter pipa air bersih

Tabel 3. 1 Ukuran minimum pipa

Tabel 3 - Unit beban alat plambing sistem penyediaan air dan ukuran minimum pipa cabang

| Perlengkapan atau peralatan ²⁾ | Ukuran pipa cabang minimum ^{1,4)} (inci) | Pribadi (UBAP) | Umum (UBAP) | Tempat berkumpul ⁶⁾ (UBAP) |
|---|---|----------------|-------------|---------------------------------------|
| Bak rendam atau kombinasi bak dan shower | ½ | 4,0 | 4,0 | - |
| Bak rendam dengan katup ¾ inci | ¾ | 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 Bibb ⁸⁾ | ½ | 2,5 | 2,5 | - |
| Hose Bibb, tiap pertambahan | ½ | 1,0 | 1,0 | - |
| Lavatory | ½ | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Sprinkler halaman ⁵⁾ | - | 1,0 | 1,0 | - |
| Sink/Bak | | | | |
| • Bar | ½ | 1,0 | 2,0 | - |
| • Kran Klinik | ½ | - | 3,0 | - |

Tabel 3. 2 Lanjutan ukuran minimum pipa

Tabel 3 - Unit beban alat plambing sistem penyediaan air dan ukuran minimum pipa cabang (lanjutan)

| Perlengkapan atau peralatan ²⁾ | Ukuran pipa cabang minimum ^{1,4)} (inci) | Pribadi (UBAP) | Umum (UBAP) | Tempat berkumpul ⁶⁾ (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 catatan ⁷⁾ | | - |
| 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 ⁷⁾ | | - |
| Kloset, tangki gravitasi > 6LPF (Liter per flush) | ½ | 3,0 | 5,5 | 7,0 |
| Kloset, Flushometer > 6LPF (Liter per flush) | 1 | Lihat catatan ⁷⁾ | | - |

Sumber: UPC 2012 - IAPMO Tabel 610.3

Tabel 3. 3 UBAP I Fixture Unit

Tabel 4 - UBAP / fixture unit untuk menentukan ukuran pipa air dan meter air

| Ukuran meter air (inci) | Diameter pipa pembawa (inci) | Panjang maksimum yang dibolehkan (m) | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------------|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | | 12 | 18 | 24 | 30 | 46 | 61 | 76 | 91 | 122 | 152 | 183 | 213 | 244 | 274 | 305 | |
| UBAP untuk Rentang Tekanan 21 sampai 31,50 mka | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ¾ | ½ | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| ¾ | ¾ | 16 | 16 | 14 | 12 | 9 | 6 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | |
| ¾ | 1 | 29 | 25 | 23 | 21 | 17 | 15 | 13 | 12 | 10 | 8 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | |
| 1 | 1 | 36 | 31 | 27 | 25 | 20 | 17 | 15 | 13 | 12 | 10 | 8 | 6 | 6 | 6 | 6 | |
| ¾ | 1¼ | 36 | 33 | 31 | 28 | 24 | 23 | 21 | 19 | 17 | 16 | 13 | 12 | 12 | 11 | 11 | |
| 1 | 1¼ | 54 | 47 | 42 | 38 | 32 | 28 | 25 | 23 | 19 | 17 | 14 | 12 | 12 | 11 | 11 | |
| 1½ | 1¼ | 78 | 68 | 57 | 48 | 38 | 32 | 28 | 25 | 21 | 18 | 15 | 12 | 12 | 11 | 11 | |
| 1 | 1½ | 85 | 84 | 79 | 65 | 56 | 48 | 43 | 38 | 32 | 28 | 26 | 22 | 21 | 20 | 20 | |
| 1½ | 1½ | 150 | 124 | 105 | 91 | 70 | 57 | 49 | 45 | 36 | 31 | 26 | 23 | 21 | 20 | 20 | |
| 2 | 1½ | 151 | 129 | 129 | 110 | 80 | 64 | 53 | 46 | 38 | 32 | 27 | 23 | 21 | 20 | 20 | |
| 1 | 2 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 82 | 80 | 66 | 61 | 57 | 52 | 49 | 46 | 43 | |
| 1½ | 2 | 220 | 205 | 190 | 176 | 155 | 138 | 127 | 120 | 104 | 85 | 70 | 61 | 57 | 54 | 51 | |
| 2 | 2 | 370 | 327 | 292 | 265 | 217 | 185 | 164 | 147 | 124 | 96 | 70 | 61 | 57 | 54 | 51 | |
| 2 | 2½ | 445 | 418 | 390 | 370 | 330 | 300 | 280 | 265 | 240 | 220 | 198 | 175 | 158 | 143 | 133 | |

Diketahui:

Kloset = 3 unit

Shower = 2 unit

Wastafel = 4 unit

Wastafel dapur = 0 unit

Urinoir = 0 unit

Nilai UBAP:

Wastafel = 2

Wastafel dapur = 1,5

Kloset = 2,5

Shower = 2

Jumlah UBAP = $(3 \times 2,5) + (2 \times 2) + (4 \times 2) + (0 \times 1,5) + 0$

= 19,5

Berdasarkan SNI 03-7065-2005 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing, diameter pada pipa sampel yang diambil sebesar 1 inci.

c. Diameter pipa air limbah

Tabel 3. 4 Unit Beban Alat Plambing Untuk Air Limbah**Tabel 10 - Unit beban alat plambing untuk air limbah**

| Alat plambing atau kelompok alat plambing | Ukuran perangkap/lengan perangkap minimum (inci) | Pribadi (UBAP) | Umum (UBAP) | Tempat berkumpul (UBAP) |
|--|--|----------------|------------------------------|-------------------------|
| Bak mandi atau kombinasi mandi/shower | 1½ | 2,0 | 2,0 | - |
| Bidet | 1¼ | 1,0 | - | - |
| Bidet | 1½ | 2,0 | - | - |
| Mesin cuci pakaian, rumah tangga, pipa tegak ⁵ | 2 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| Unit dental, peludahan | 1¼ | - | 1,0 | 1,0 |
| Mesin cuci piring rumah tangga dengan saluran sendiri ² | 1½ | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Pancaran air minum atau alat pendingin air | 1¼ | 0,5 | 0,5 | 1,0 |
| Penggerus sisa makanan, komersial | 2 | - | 3,0 | 3,0 |
| Lubang pengering lantai, keadaan darurat | 2 | - | 0,0 | 0,0 |
| Lubang pengering lantai (untuk ukuran tambahan) | 2 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Shower, perangkap tunggal | 2 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Lavatori, tunggal | 1¼ | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Lavatori, dalam set dua atau tiga | 1½ | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Washfountain | 1½ | - | 2,0 | 2,0 |
| Washfountain | 2 | - | 3,0 | 3,0 |
| Receptor, buangan tidak langsung ^{1,3} | 1½ | - | Lihat catatan ^{1,3} | |
| Receptor, buangan tidak langsung ^{1,4} | 2 | - | Lihat catatan ^{1,4} | |
| Receptor, buangan tidak langsung ¹ | 3 | - | Lihat catatan ¹ | |
| Sink/bak | | | | |
| Bar | 1½ | 1,0 | - | - |
| Bar ² | 1½ | - | 2,0 | 2,0 |
| Klinik | 3 | - | 6,0 | 6,0 |
| Komersial dengan sampah makanan ² | 1½ | - | 3,0 | 3,0 |
| Bak cuci dapur untuk rumah tangga ² dengan atau tanpa unit penggerus sisa makanan, mesin cuci piring, atau keduanya | 1½ | 2,0 | 2,0 | - |
| Laundry ² (dengan atau tanpa pipa pelepas dari pencuci pakaian) | 1½ | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Pelayanan atau bak pel | 2 | - | 3,0 | 3,0 |
| Pelayanan atau bak pel | 3 | - | 3,0 | 3,0 |
| Kran pencuci, setiap set kran | - | - | 2,0 | 2,0 |
| Urinal, perangkap terpadu 3,8LPF ² | 2 | 2,0 | 2,0 | 5,0 |
| Urinal, perangkap terpadu > 3,8LPF | 2 | 2,0 | 2,0 | 6,0 |
| Urinal, perangkap <i>exposed</i> | 1½ | 2,0 | 2,0 | 5,0 |
| Kloset, Tangki gelontor 6 LPF ⁵ | 3 | 3,0 | 4,0 | 6,0 |
| Kloset, Tangki pembilas 6 LPF ⁵ | 3 | 3,0 | 4,0 | 6,0 |
| Kloset, katup pembilas 6 LPF ⁵ | 3 | 3,0 | 4,0 | 6,0 |
| Kloset, Tangki gelontor > 6 LPF ⁵ | 3 | 4,0 | 6,0 | 8,0 |
| Kloset, <i>flushometer</i> > 6 LPF ⁵ | 3 | 4,0 | 6,0 | 8,0 |

Sumber : UPC 2012 - IAPMO tabel702.1

Diketahui:

Kloset = 6 unit

Urinoir = 3 unit

Floor drain = 0 unit

Wastafel = 0 unit

Wastafel dapur = 0 unit

Nilai UBAP:

Kloset = 6

Urinoir = 2

Floor drain = 2

Wastafel = 1

$$\text{Wasafel dapur} = 2$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah UBAP} &= (6 \times 6) + (3 \times 2) + (0 \times 2) + (0 \times 1) \\ &= 42\end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 03-7065-2005 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing, diameter pada pipa sampel yang diambil sebesar 4 inci.

2.5.3 Kapasitas tangki air

Volume tangki air harus memenuhi kebutuhan air bersih. Agar dapat menentukan volume yang sesuai, perhitungan berikut dilakukan :

- a. Besar kapasitas pipa dinas

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

Keterangan:

Q_h = pemakaian air pada jam puncak (m^3/jam)

Sehingga:

$$\begin{aligned}Q_s &= \frac{2}{3} \times 17,8611 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 11,9074 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

- b. T_{pu} adalah jangka waktu kerja pompa pengisi (menit)

Waktu pengisian = 25 menit

- c. T_p adalah jangka waktu kebutuhan puncak (menit)

$T_p = 60$ menit

- d. Kapasitas tangki bawah

$$VR = Q_d - (Q_s \times T)$$

Keterangan:

Q_d = jumlah kebutuhan air per hari (m^3/hari)

Q_s = besar kapasitas pipa dinas (m^3/jam)

T = rata-rata pemakaian tiap hari (jam/hari)

Diketahui:

$T = 8$ jam/hari

Sehingga:

$$\begin{aligned}VR &= 114,3111 \text{ m}^3/\text{hari} - (11,9074 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari}) \\ &= 19,0519 \text{ m}^3 \\ &= 1.9051,9 \text{ liter dibulatkan menjadi } 20.000 \text{ liter}\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan volume tangki air di bawah sebanyak 20.000 liter, diputuskan untuk menggunakan tangki air di bawah, yaitu tangki lantai GT20 dengan kapasitas 20.000 liter. Tangki air ini memiliki panjang 5 meter, lebar 2 meter, dan tinggi 2 meter.

e. Kapasitas tangki atas

$$VE = ((Q_m \max - Q_h \max) \times T_p) - (Q_{pu} \times T_{pu})$$

$$VE = ((0,8931 - 0,5954) \times 60) - (0,5954 \times 25)$$

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

$$= 3.000 \text{ liter dibulatkan menjadi } 3.100 \text{ liter}$$

Berdasarkan volume yang dihitung untuk tangki air atas sebesar 3.100 liter, diputuskan untuk menggunakan dua tangki air atas tipe TB300. Tangki air ini berukuran diameter 1,55 meter, dan tinggi 1,83 meter.

2.5.4 Kapasitas pompa

Untuk memenuhi kebutuhan air rumah tangga, perlu dilakukan perhitungan kapasitas pompa yang sesuai. Untuk memilih daya yang tepat, perhitungan dilakukan sebagai berikut :

a. Perhitungan Bilangan *Reynolds*

$$Re = \frac{v \times D}{8,93 \times 10^{-7}}$$

Keterangan:

Re = bilangan *Reynolds*

v = kecepatan aliran dalam pipa (m/s)

D = diameter pipa pompa (m)

$$Re = \frac{1,7407 \times 0,0381}{8,93 \times 10^{-7}}$$

$$= 74.267,6440$$

b. Perhitungan *Headloss Mayor*

$$Hl = f \times \left(\frac{L}{D}\right) \times \left(\frac{v^2}{2 \times 9,81}\right)$$

Keterangan:

Hl = *Headloss Mayor* (m)

f = faktor friksi

L = panjang pipa pompa (m)

D = diameter pipa pompa (m)

v = kecepatan aliran dalam pipa (m/s)

$$Hl = 0,0193 \times \left(\frac{14}{0,0381}\right) \times \left(\frac{1,7407^2}{(2 \times 9,81)}\right)$$

$$= 1,097308339 \text{ m}$$

c. Perhitungan *Headloss Minor*

$$Hf = \frac{K \times v^2}{(2 \times g) \times 3}$$

Keterangan:

Hf = *Headloss minor* (m)

K = koefisien gesekan

v = kecepatan aliran dalam pipa (m/s)

g = gaya gravitasi (m/s²)

Akibat 3 belokan 90 derajat:

$$Hf = \frac{1,5 \times 17407^2}{(2 \times 9,81) \times 3}$$

$$= 0,6950 \text{ m}$$

Akibat 2 *check valve*:

$$Hf = \frac{0,81 \times 17407^2}{(2 \times 9,81) \times 3}$$

$$= 0,2502 \text{ m}$$

Akibat 1 *gate valve*:

$$Hf = \frac{0,81 \times 17407^2}{(2 \times 9,81) \times 3}$$

$$= 0,1251$$

Akibat sambungan y:

$$Hf = \frac{0,8 \times 17407^2}{(2 \times 9,81) \times 3}$$

$$= 0,1236 \text{ m}$$

$$\text{Total } Hf = 0,6950 + 0,2505 + 0,1251 + 0,1236$$

$$= 1,1938 \text{ m}$$

d. Perhitungan *Headpump*

$$HP = Hl + Hf + H \text{ statis}$$

Keterangan:

HP = *Headpump* (m)

Hl = *Headloss Mayor* (m)

Hf = *Headloss Minor* (m)

H statis = tinggi statis (m)

$$\begin{aligned} \text{HP} &= 1,0973 + 1,1938 + 14 \\ &= 16,2911 \text{ m} \end{aligned}$$

e. Daya pompa (efisiensi 80%)

$$P = \rho \times Q \times g \times \frac{H}{80} \%$$

Keterangan:

ρ = massa jenis air (1.000 kg/m³)

Q = debit (m³/detik)

g = percepatan gravitasi (9,8 m/s²)

H = head total (m)

Sehingga:

$$\begin{aligned} P &= 1.000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,001984568 \times 16,2911 \text{ m}/80\% \\ &= 396,4566 \text{ watt} \\ &= 0,3964566 \text{ kw} \end{aligned}$$

Penggunaan tangki diatas adalah pompa air Centrifugal YAMAMAX DB 402 1500 Watt 2 HP 1 unit dengan kapasitas 500 literper menit. Detail perhitungan pompa dapat dilihat pada lampiran 14.

2.5.5 Debit air limbah

Kegiatan sehari-hari yang menghasilkan sampah harus dibuang. Untuk menentukan volume limbah dan kebutuhan *septic tank* dilakukan perhitungan sebagai berikut :

a. Perhitungan pemakaian air dalam sehari

$$Q_{ab} = Q \times 80\%$$

Keterangan:

Q = kebutuhan (m³/hari)

Q_{ab} = air kotor (m³/hari)

Sehingga:

$$\begin{aligned} Q_{ab} &= 114,3111 \text{ m}^3/\text{hari} \times 80\% \\ &= 91,4489 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

b. *Septic tank*

Kapasitas *septic tank* = jumlah penghuni x besaran air limbah x lama pembusukan

$$\text{Kapasitas } \textit{septic tank} = 300 \text{ orang} \times 120 \text{ liter/orang/hari} \times 3 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned}
 &= 108.000 \text{ liter}/3 \text{ hari} \\
 &= 18 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Tinggi} &= 3 \text{ meter (asumsi)} \\
 \text{Tinggi muka air} &= \left(\frac{2}{3}\right) \times \text{tinggi} \\
 &= \left(\frac{2}{3}\right) \times 3 \\
 &= 2 \text{ meter} \\
 \text{Tinggi ruang udara} &= \text{Tinggi} - \text{tinggi muka air} \\
 &= 3 - 2 \\
 &= 1 \text{ meter} \\
 \text{Luas alas} &= \text{kapasitas } \textit{septic tank} / \text{tinggi muka air} \\
 &= 108 \text{ m}^3/3 \text{ hari}/2 \text{ meter} \\
 &= 54 \text{ m}^2 \\
 \text{Dimensi } \textit{septic tank}: \\
 \text{Panjang} &= 9 \text{ meter} \\
 \text{Lebar} &= 6 \text{ meter} \\
 \text{Tinggi} &= 3 \text{ meter} \\
 \text{Volume } \textit{septic tank} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\
 &= 9 \times 6 \times 3 \\
 &= 162 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Direncanakan 2 *unit septic tank* dengan ukuran panjang 9 meter, lebar 6 meter, dan tinggi 3 meter.

c. Bak penampung *grey water*

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan air bersih (Qd)} &= 114,3111 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Kebutuhan } \textit{black water} &= 36 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Kebutuhan } \textit{grey water} &= 78,3111 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Kapasitas bak penampung} &= 78,3111 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Tinggi} &= 4 \text{ meter (asumsi)} \\
 \text{Tinggi muka air} &= \left(\frac{2}{3}\right) \times \text{tinggi} \\
 &= \left(\frac{2}{3}\right) \times 4 \\
 &= 2,6667 \text{ m} \\
 \text{Tinggi ruang udara} &= \text{tinggi} - \text{tinggi muka air}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 4 - 2,6667 \\
 &= 1,3333 \text{ m} \\
 \text{Luas alas} &= \frac{\text{kapasitas bak penampung}}{\text{tinggi muka air}} \\
 &= \frac{78,3111}{2,6667} \\
 &= 29,3667 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Dimensi Bak Penampung:

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= 6 \text{ meter} \\
 \text{Lebar} &= 4,8944 \text{ meter} \\
 \text{Tinggi} &= 4 \text{ meter} \\
 \text{Volume Bak Penampung} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\
 &= 6 \times 4,8944 \times 4 \\
 &= 117,4667 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

2.6 Jaringan air hujan dan Drainase

Pesatnya pembangunan infrastruktur di Indonesia telah mengurangi daerah pemanenan air hujan sehingga lebih banyak air yang menjadi limpasan dan mempersingkat waktu pengumpulan air. Hal ini membuat air hujan tambahan yang terkumpul dapat melewati kapasitas drainase yang ada dan mengurangi kemungkinan air hujan meresap ke dalam tanah. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem drainase yang membuang atau mengurangi kelebihan air dari dalam tanah agar tanah dapat berfungsi secara optimal.

2.6.1 Data Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh di permukaan tanah yang datar selama periode waktu tertentu, diukur dalam milimeter di atas bidang horizontal, tanpa adanya penguapan, limpasan, atau infiltrasi. Curah hujan dicatat di stasiun-stasiun hujan di setiap wilayah.

Data hujan dari alat pengukur hujan adalah hujan yang terjadi hanya pada satu lokasi atau titik (*point rainfall*). Mengingat curah hujan sangat bervariasi dari satu tempat ke tempat lain, untuk wilayah yang luas, alat pengukur hujan tidak dapat menggambarkan hujan di daerah itu. Dalam hal ini, jumlah curah hujan regional diperlukan, yang diperoleh dari data curah hujan rata-rata untuk beberapa stasiun penakar hujan di dan/atau di sekitar wilayah tersebut. Tiga metode pendekatan yang digunakan dalam menghitung curah hujan rata-rata kawasan, yaitu metode rata-rata Aritmatika, metode Thiessen dan metode Isohiet. Laporan ini menggunakan metode Thiessen sebagai metode pendekatan.



Gambar 2. 9 Lokasi Stasiun Hujan Daerah Bantul

Pada prakteknya ternyata data hujan yang diperoleh terdapat kesalahan fatal yaitu hilangnya data hujan yang disebabkan oleh tidak berfungsinya alat pencatat hujan. Untuk meminimalkan kesalahan yang mungkin terjadi, perlu dilakukan analisis data curah hujan yang hilang. Ada 2 cara untuk mengisi data curah hujan yang hilang, yaitu:

1. Cara empiris, diantaranya:
 - a. Rerata aritmatik
 - b. Perbandingan normal
 - c. *Reciprocal method*
 - d. Kantor Cuaca Nasional USA
2. Cara skolastik, diantaranya:
 - a. Metode bilangan acak
 - b. Metode Markov

2.6.2 Metode Poligon Thiessen

Metode poligon Tiesen digunakan untuk menentukan curah hujan rata-rata di DAS yang diselidiki. Selain curah hujan dan jumlah stasiun, luas setiap stasiun diperkirakan dan

digunakan sebagai faktor (faktor Thiessen) untuk menghitung curah hujan rata-rata di daerah tersebut. Poligon dibuat dengan menghubungkan garis tebal diagonal terpendek dari stasiun hujan yang ada. Untuk informasi lebih lanjut, berikut ini cara membuat poligon Thiessen :

1. Hubungkan setiap stasiun ke garis lurus untuk membentuk poligon segitiga.
2. Buat sumbu pada poligon segitiga sehingga perpotongan sumbu membentuk poligon baru.
3. Poligon baru ini adalah batas wilayah pengaruh setiap stasiun hujan.
4. Hitung hujan rerata pada daerah yang ditinjau dengan rumus :

$$P = \frac{A_1}{A} \times P_1 + \frac{A_2}{A} \times P_2 + \frac{A_3}{A} \times P_3 + \dots + \frac{A_n}{A} \times P_n$$

Dimana:

P = curah hujan rata-rata (mm)

A = luas DAS total (km²)

P (1 s/d n) = curah hujan stasiun hujan 1 sampai n

A (1 s/d n) = luas sub DAS yang diwakili masing-masing stasiun (km²)

2.6.3 Periode Ulang dan Analisis Frekuensi

Periode ulang adalah perkiraan waktu akan hujan, tergantung pada interval kejadian dan periode ulang yang digunakan. Frekuensi hujan adalah peluang bahwa jumlah hujan akan sama atau lebih besar dari itu.

Tabel 2. 4 Periode Ulang

| Nilai K untuk distribusi Log-Person III | | | | | | | | |
|---|---|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Koef. G | Interval kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (periode ulang) | | | | | | | |
| | 1, 0101 | 1,2500 | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 |
| | Persentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>) | | | | | | | |
| | 99 | 80 | 50 | 20 | 10 | 4 | 2 | 1 |
| 3,0 | -0,667 | -0,636 | -0,396 | 0,420 | 1,180 | 2,278 | 3,152 | 4,051 |
| 2,8 | -0,714 | -0,666 | -0,384 | 0,460 | 1,210 | 2,275 | 3,114 | 3,973 |
| 2,6 | -0,769 | -0,696 | -0,368 | 0,499 | 1,238 | 2,267 | 3,071 | 3,889 |
| 2,4 | -0,832 | -0,725 | -0,351 | 0,537 | 1,262 | 2,256 | 3,023 | 3,800 |
| 2,2 | -0,905 | -0,752 | -0,330 | 0,574 | 1,284 | 2,240 | 2,970 | 3,705 |
| 2,0 | -0,990 | -0,777 | -0,307 | 0,609 | 1,302 | 2,219 | 2,192 | 3,605 |
| 1,8 | -1,087 | -0,799 | -0,282 | 0,643 | 1,318 | 2,193 | 2,848 | 3,499 |
| 1,6 | -1,197 | -0,817 | -0,254 | 0,675 | 1,329 | 2,163 | 2,780 | 3,388 |
| 1,4 | -1,318 | -0,832 | -0,225 | 0,705 | 1,337 | 2,128 | 2,706 | 3,271 |
| 1,2 | -1,449 | -0,844 | -0,195 | 0,732 | 1,340 | 2,087 | 2,626 | 3,149 |
| 1,0 | -1,588 | -0,852 | -0,164 | 0,758 | 1,340 | 2,043 | 2,542 | 3,022 |
| 0,8 | -1,733 | -0,856 | -0,132 | 0,780 | 1,336 | 1,993 | 2,453 | 2,891 |
| 0,6 | -1,880 | -0,857 | -0,099 | 0,800 | 1,328 | 1,939 | 2,359 | 2,755 |
| 0,4 | -2,029 | -0,855 | -0,066 | 0,816 | 1,317 | 1,880 | 2,261 | 2,615 |
| 0,2 | -2,178 | -0,850 | -0,033 | 0,830 | 1,301 | 1,818 | 2,159 | 2,472 |
| 0,0 | -2,326 | -0,842 | 0,000 | 0,842 | 1,282 | 1,751 | 2,051 | 2,326 |
| -0,2 | -2,472 | -0,830 | 0,033 | 0,850 | 1,258 | 1,680 | 1,945 | 2,178 |
| -0,4 | -2,615 | -0,816 | 0,066 | 0,855 | 1,231 | 1,606 | 1,834 | 2,029 |
| -0,6 | -2,755 | -0,800 | 0,099 | 0,857 | 1,200 | 1,528 | 1,720 | 1,880 |
| -0,8 | -2,891 | -0,780 | 0,132 | 0,856 | 1,166 | 1,448 | 1,606 | 1,733 |
| -1,0 | -3,022 | -0,758 | 0,164 | 0,852 | 1,128 | 1,366 | 1,492 | 1,588 |
| -1,2 | -3,149 | -0,732 | 0,195 | 0,844 | 1,086 | 1,282 | 1,379 | 1,449 |
| -1,4 | -3,271 | -0,705 | 0,225 | 0,832 | 1,041 | 1,198 | 1,270 | 1,318 |
| -1,6 | -3,388 | -0,675 | 0,254 | 0,817 | 0,994 | 1,116 | 1,166 | 1,197 |
| -1,8 | -3,499 | -0,643 | 0,282 | 0,799 | 0,945 | 1,035 | 1,069 | 1,087 |
| -2,0 | -3,605 | -0,609 | 0,307 | 0,777 | 0,895 | 0,959 | 0,980 | 0,990 |
| -2,2 | -3,705 | -0,574 | 0,330 | 0,752 | 0,844 | 0,888 | 0,900 | 0,905 |
| -2,4 | -3,800 | -0,537 | 0,351 | 0,725 | 0,795 | 0,823 | 0,830 | 0,832 |
| -2,6 | -3,889 | -0,490 | 0,368 | 0,696 | 0,747 | 0,764 | 0,768 | 0,769 |
| -2,8 | -3,973 | -0,469 | 0,384 | 0,666 | 0,702 | 0,712 | 0,714 | 0,714 |
| -3,0 | -7,051 | -0,420 | 0,396 | 0,636 | 0,660 | 0,666 | 0,666 | 0,667 |

2.6.4 Uji Sebaran Data Hujan

Uji sebaran data curah hujan dilakukan untuk mengetahui apakah distribusi frekuensi sampel data sesuai untuk mengestimasi fungsi distribusi probabilitas yang dapat menggambarkan/mewakili distribusi frekuensi, dan diperlukan uji parametrik. Tes parametrik yang dilakukan meliputi:

1. Uji Chi-kuadrat (*chi-square*)

Uji chi-kuadrat merupakan uji statistik nonparametric yang menguji hubungan antara satu variabel dengan variabel nominal lainnya dan membantu menguji konsistensi distribusi data yang diuji. Rumus yang digunakan dalam tes terlihat seperti ini:

$$X^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(Of - Ef)}{Ef}$$

Dimana:

X^2 = parameter Chi Kuadrat terhitung

G = jumlah sub kelompok

Of = jumlah nilai pengamatan sub kelompok ke-1

E_f = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-1

2. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji Smirnov-Kolmogorov adalah uji statistik yang digunakan untuk menentukan apakah suatu sampel berasal dari suatu populasi dengan distribusi data tertentu atau populasi yang mengikuti distribusi statistik tertentu. Uji Smirnov-Kolmogorov juga dapat diartikan sebagai metode statistik yang digunakan untuk menguji hipotesis komparatif dua sampel independen berupa data ordinal yang ditempatkan pada tabel distribusi frekuensi kumulatif dengan menggunakan sistem interval kelas. Uji Smirnov-Kolmogorov disebut juga uji kecocokan nonparametrik karena tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Untuk menjalankan tes Smirnov-Kolmogorov:

- a. Mengurutkan data (lebih besar ke lebih kecil dan sebaliknya) untuk menentukan besarnya probabilitas setiap data.
- b. Urutkan nilai setiap probabilitas teoritis dari hasil plot data (persamaan distribusi).
- c. Dari kedua nilai probabilitas, tentukan selisih maksimum antara probabilitas yang diamati dan probabilitas teoritis.

2.6.5 Intensitas Hujan

Perhitungan curah hujan ditentukan dengan menganalisis intensitas durasi frekuensi (IDF) di lokasi konstruksi dengan durasi hujan 2 jam dan periode ulang 2 tahun menggunakan perhitungan rumus Mononobe. Metode ini dipilih karena hasil analisis curah hujan yang diperoleh adalah curah hujan harian, yang juga menggunakan curah hujan harian dalam rumus Mononobe.

2.6.6 Drainase

Drainase adalah aliran air permukaan dengan menggunakan gaya gravitasi atau pompa untuk menghindari munculnya genangan air dan menjaga serta menurunkan muka air agar tidak terjadi penampungan air. Fungsi drainase perkotaan adalah untuk mengendalikan kelebihan air permukaan agar tidak merugikan masyarakat dan bermanfaat bagi kehidupan manusia. Kelebihan air dapat terjadi dalam bentuk air hujan, air limbah domestik, air limbah industri, dan lain-lain. Oleh karena itu, drainase perkotaan harus dipadukan dengan sanitasi, persampahan, pengendalian banjir perkotaan, dan kegiatan lainnya.

Drainase konvensional terbagi menjadi beberapa jenis, antara lain:

1. Ditinjau dari segi sejarah
 - a. Drainase alami adalah saluran drainase yang terbentuk secara alami dan tanpa struktur pendukung. Saluran ini terbentuk di bawah pengaruh gravitasi, yang secara bertahap menggerakkan air, membentuk aliran konstan, seperti sungai.
 - b. Drainase buatan ialah saluran drainase yang dicipta untuk tujuan dan maksud tertentu, dan memerlukan bangunan tambahan seperti gorong-gorong, selokan pasangan batu, dan lain-lain.
2. Ditinjau dari letak bangunan
 - a. Drainase permukaan tanah ialah saluran drainase yang terletak di atas permukaan tanah, yang digunakan untuk mengalihkan air lipasan permukaan.
 - b. Drainase bawah permukaan ialah saluran drainase yang terletak di bawah permukaan tanah, yang digunakan untuk mengalihkan air limpasan permukaan.
3. Ditinjau menurut fungsinya
 - a. *Single purpose*, adalah saluran drainase dengan fungsi mengalirkan hanya satu jenis air.
 - b. *Multi purpose*, adalah saluran drainase yang dapat mengalirkan beberapa jenis air secara bergantian atau bercampur.

Dari segi manfaat, sistem drainase yang ditinjau dibagi menjadi 4 jenis, di antaranya adalah sebagai berikut :

1. Drainase pertanian

Sistem drainase pertanian adalah sistem yang menghilangkan kelebihan air dari permukaan tanah untuk mencegah genangan air yang menyebabkan kerusakan pada tanaman.
2. Drainase perkotaan/permukiman

Drainase perkotaan/permukiman adalah untuk mencegah terjadinya banjir dan genangan yang dapat mengakibatkan kerusakan, kerugian dan gangguan kehidupan.
3. Drainase pusat industri

Drainase pusat industri merupakan upaya untuk menghindari polusi dan pencemaran air limbah.

4. Drainase jalan raya atau lapangan terbang

Drainase jalan atau landasan terbang merupakan perencanaan yang terdapat di pinggir kiri dan kanan jalan atau landasan agar tidak menimbulkan gangguan yang dapat menyebabkan kerusakan.

2.6.7 Perhitungan Curah Hujan

Data curah hujan yang hilang atau rusak dapat dihitung menggunakan Metode *Reciprocal*. Metode *Reciprocal* adalah metode yang digunakan untuk menghitung data yang hilang dengan memperhatikan data hujan yang didapat dari stasiun terdekat. Metode ini digunakan dengan mempertimbangkan data hujan dari stasiun lain serta jarak antar stasiun.

$$P_x = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{P_i}{L_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{L_i^2}}$$

Dimana:

- P_x = data curah hujan yang hilang pada stasiun X
 P_i = data hujan di sekitarnya pada periode yang sama
 L_i = jarak antar stasiun

2.6.8 Perhitungan Parameter Statistik Curah Hujan

Perhitungan parameter curah hujan bertujuan untuk menghitung parameter yang diperlukan untuk menentukan distribusi yang akan digunakan nantinya. Parameter tersebut meliputi standar deviasi, koefisien kemencengan, koefisien keruncingan, dan koefisien variasi.

1. Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Dimana:

- S = standar deviasi
 X_i = nilai varian ke-i
 \bar{X} = nilai rata-rata varian
n = jumlah data

2. Koefisien Kemencengan (Cs)

$$Cs = \frac{(n) \sum (Xi - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S)^3}$$

Dimana:

Cs = koefisien kemencengan (*skewness*)

Xi = nilai varian ke-i

\bar{X} = nilai rata-rata varian

n = jumlah data

S = standar deviasi

3. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{(n)^2 \sum (Xi - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S)^4}$$

Dimana:

Ck = koefisien kurtosis

Xi = nilai varian ke-i

\bar{X} = nilai rata-rata varian

n = jumlah data

S = standar deviasi

4. Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}}$$

Dimana:

Cv = koefisien variasi

S = standar deviasi

\bar{X} = rata-rata hitung

2.6.9 Menentukan Jenis Distribusi yang Digunakan

Setelah didapatkan parameter statistik curah hujan dari hasil perhitungan, maka langkah selanjutnya adalah menentukan jenis distribusi yang akan digunakan. Tujuan

penentuan distribusi adalah untuk menentukan curah hujan maksimum. Penentuan pembagiannya akan disesuaikan dengan kondisi yang tertera pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. 5 Persyaratan Masing-masing Distribusi

| No. | Distribusi | Persyaratan |
|-----|------------------|---------------------------|
| 1 | Normal | CS = 0 |
| 2 | Long Normal | CS = 3 CV |
| 3 | Gumble | CS ≈ 1,14 |
| | | CK ≈ 5,4002 |
| 4 | Long Pearson III | Selain dari nilai di atas |

2.6.10 Perhitungan Distribusi Menggunakan Log Pearson III

Setelah menentukan distribusi mana yang akan digunakan, langkah selanjutnya adalah menyesuaikan perhitungan berdasarkan metode yang dipilih. Dalam hal ini, Metode Log Pearson III digunakan. Langkah-langkah perhitungannya dapat direpresentasikan sebagai berikut.

1. Hitung nilai log dari curah hujan di masing-masing stasiun
2. Hitung nilai rerata $\log \bar{X}$

$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log(X_i)}{n}$$

Dimana:

Log \bar{X} = nilai rerata log \bar{X}

Log (Xi) = log curah hujan tahunan

n = jumlah data

3. Menghitung nilai standar deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Dimana:

- G = standar deviasi
 Log (Xi) = log curah hujan tahunan
 Log \bar{X} = nilai rerata log \bar{X}
 n = jumlah data

2.6.11 Perhitungan Uji Kecocokan Distribusi Frekuensi

Perhitungan uji kecocokan distribusi frekuensi dilakukan dengan menggunakan uji chi-kuadrat dan uji Smirnov-Kolmogorov. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh memenuhi persyaratan setiap pengujian.

1. Uji Chi Kuadrat

Uji chi-kuadrat merupakan uji hipotesis statistik yang valid dilakukan bila statistik uji chi-kuadrat terdistribusi di bawah persentase tabel distribusi. Jika demikian, maka asumsi dapat diterima.

Tabel 2. 6 Poin Persentase dari Distribusi Chi Kuadrat

| Degrees of Freedom | Probability of a larger value of χ^2 | | | | | | | | |
|--------------------|---|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | 0.99 | 0.95 | 0.90 | 0.75 | 0.50 | 0.25 | 0.10 | 0.05 | 0.01 |
| 1 | 0.000 | 0.004 | 0.016 | 0.102 | 0.455 | 1.32 | 2.71 | 3.84 | 6.63 |
| 2 | 0.020 | 0.103 | 0.211 | 0.575 | 1.386 | 2.77 | 4.61 | 5.99 | 9.21 |
| 3 | 0.115 | 0.352 | 0.584 | 1.212 | 2.366 | 4.11 | 6.25 | 7.81 | 11.34 |
| 4 | 0.297 | 0.711 | 1.064 | 1.923 | 3.357 | 5.39 | 7.78 | 9.49 | 13.28 |
| 5 | 0.554 | 1.145 | 1.610 | 2.675 | 4.351 | 6.63 | 9.24 | 11.07 | 15.09 |
| 6 | 0.872 | 1.635 | 2.204 | 3.455 | 5.348 | 7.84 | 10.64 | 12.59 | 16.81 |
| 7 | 1.239 | 2.167 | 2.833 | 4.255 | 6.346 | 9.04 | 12.02 | 14.07 | 18.48 |
| 8 | 1.647 | 2.733 | 3.490 | 5.071 | 7.344 | 10.22 | 13.36 | 15.51 | 20.09 |
| 9 | 2.088 | 3.325 | 4.168 | 5.899 | 8.343 | 11.39 | 14.68 | 16.92 | 21.67 |
| 10 | 2.558 | 3.940 | 4.865 | 6.737 | 9.342 | 12.55 | 15.99 | 18.31 | 23.21 |
| 11 | 3.053 | 4.575 | 5.578 | 7.584 | 10.341 | 13.70 | 17.28 | 19.68 | 24.72 |
| 12 | 3.571 | 5.226 | 6.304 | 8.438 | 11.340 | 14.85 | 18.55 | 21.03 | 26.22 |
| 13 | 4.107 | 5.892 | 7.042 | 9.299 | 12.340 | 15.98 | 19.81 | 22.36 | 27.69 |
| 14 | 4.660 | 6.571 | 7.790 | 10.165 | 13.339 | 17.12 | 21.06 | 23.68 | 29.14 |
| 15 | 5.229 | 7.261 | 8.547 | 11.037 | 14.339 | 18.25 | 22.31 | 25.00 | 30.58 |
| 16 | 5.812 | 7.962 | 9.312 | 11.912 | 15.338 | 19.37 | 23.54 | 26.30 | 32.00 |
| 17 | 6.408 | 8.672 | 10.085 | 12.792 | 16.338 | 20.49 | 24.77 | 27.59 | 33.41 |
| 18 | 7.015 | 9.390 | 10.865 | 13.675 | 17.338 | 21.60 | 25.99 | 28.87 | 34.80 |
| 19 | 7.633 | 10.117 | 11.651 | 14.562 | 18.338 | 22.72 | 27.20 | 30.14 | 36.19 |
| 20 | 8.260 | 10.851 | 12.443 | 15.452 | 19.337 | 23.83 | 28.41 | 31.41 | 37.57 |
| 22 | 9.542 | 12.338 | 14.041 | 17.240 | 21.337 | 26.04 | 30.81 | 33.92 | 40.29 |
| 24 | 10.856 | 13.848 | 15.659 | 19.037 | 23.337 | 28.24 | 33.20 | 36.42 | 42.98 |
| 26 | 12.198 | 15.379 | 17.292 | 20.843 | 25.336 | 30.43 | 35.56 | 38.89 | 45.64 |
| 28 | 13.565 | 16.928 | 18.939 | 22.657 | 27.336 | 32.62 | 37.92 | 41.34 | 48.28 |
| 30 | 14.953 | 18.493 | 20.599 | 24.478 | 29.336 | 34.80 | 40.26 | 43.77 | 50.89 |
| 40 | 22.164 | 26.509 | 29.051 | 33.660 | 39.335 | 45.62 | 51.80 | 55.76 | 63.69 |
| 50 | 27.707 | 34.764 | 37.689 | 42.942 | 49.335 | 56.33 | 63.17 | 67.50 | 76.15 |
| 60 | 37.485 | 43.188 | 46.459 | 52.294 | 59.335 | 66.98 | 74.40 | 79.08 | 88.38 |

2. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kompatibilitas Smirnov-Kolmogorov disebut juga sebagai uji kompatibilitas nonparametrik karena pengujian tersebut tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu, melainkan memperhatikan penggambaran posisi

pada kurva dan kertas probabilitas. Dari gambar, dapat dilihat jarak penyimpanan setiap titik data ke kurva. Jarak yang disimpan adalah nilai, dimungkinkan untuk mendapatkan nilai yang lebih kecil dari nilai kritis, maka jenis distribusi yang dipilih bisa digunakan.

Tabel 2. 7 Nilai Δ Kritis Uji Smirnov-Kolmogorov

| n | $\alpha = 0,20$ | $\alpha = 0,10$ | $\alpha = 0,05$ | $\alpha = 0,02$ | $\alpha = 0,01$ |
|----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0,900 | 0,950 | 0,975 | 0,990 | 0,995 |
| 2 | 0,684 | 0,776 | 0,842 | 0,900 | 0,929 |
| 3 | 0,565 | 0,636 | 0,708 | 0,785 | 0,829 |
| 4 | 0,493 | 0,565 | 0,624 | 0,689 | 0,734 |
| 5 | 0,447 | 0,509 | 0,563 | 0,627 | 0,669 |
| 6 | 0,410 | 0,463 | 0,519 | 0,577 | 0,617 |
| 7 | 0,381 | 0,436 | 0,483 | 0,538 | 0,576 |
| 8 | 0,359 | 0,410 | 0,454 | 0,507 | 0,542 |
| 9 | 0,339 | 0,387 | 0,430 | 0,480 | 0,513 |
| 10 | 0,323 | 0,369 | 0,409 | 0,457 | 0,486 |
| 11 | 0,308 | 0,352 | 0,391 | 0,437 | 0,468 |
| 12 | 0,296 | 0,338 | 0,375 | 0,419 | 0,449 |
| 13 | 0,285 | 0,325 | 0,361 | 0,404 | 0,432 |
| 14 | 0,275 | 0,314 | 0,349 | 0,390 | 0,418 |
| 15 | 0,266 | 0,304 | 0,338 | 0,377 | 0,404 |
| 16 | 0,258 | 0,295 | 0,327 | 0,366 | 0,392 |
| 17 | 0,250 | 0,286 | 0,318 | 0,355 | 0,381 |
| 18 | 0,244 | 0,279 | 0,309 | 0,346 | 0,371 |
| 19 | 0,237 | 0,271 | 0,301 | 0,337 | 0,361 |
| 20 | 0,232 | 0,265 | 0,294 | 0,329 | 0,352 |
| 21 | 0,226 | 0,259 | 0,287 | 0,321 | 0,344 |
| 22 | 0,221 | 0,253 | 0,281 | 0,314 | 0,337 |

2.6.12 Analisis Intensitas Hujan

Analisis intensitas hujan bertujuan untuk mengetahui intensitas hujan pada suatu lokasi tertentu. Perancangan ini akan menggunakan metode Mononobe untuk menghitung curah hujan.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t} \right]^{\frac{2}{3}}$$

Dimana:

I = periode ulang 2 tahunan (mm/jam)

R_{24} = curah hujan maksimum periode ulang 2 tahun (mm/hari)

T = lama curah hujan selama 2 jam

Perhitungan:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$I = \frac{78,5414}{24} \left[\frac{24}{2} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$I = 17,1531 \text{ mm/jam}$$

2.6.13 Perhitungan Talang Air Hujan dan Pipa Air Hujan

Perhitungan talang air hujan dan pipa air hujan dimaksudkan untuk menentukan ukuran talang air dan pipa air hujan yang optimal untuk mengalirkan air hujan dari atap ke saluran drainase yang dirancang.

Tabel 2. 8 Ukuran Talang Atap, Pipa Utama, dan Perpipaan Tegak Air Hujan

| Ukuran pipa Inci | Debit (kemiringan 1%) L/dt | 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 |
| 3 | 0,06 | 305 | 153 | 102 | 76 | 61 | 51 |
| 4 | 2,04 | 699 | 349 | 233 | 175 | 140 | 116 |
| 5 | 4,68 | 1241 | 621 | 414 | 310 | 248 | 207 |
| 6 | 8,34 | 1988 | 994 | 663 | 497 | 398 | 331 |
| 8 | 13,32 | 4273 | 2137 | 1427 | 1068 | 855 | 713 |
| 10 | 28,68 | 7692 | 3846 | 2564 | 1923 | 1540 | 1282 |
| 12 | 51,6 | 12374 | 6187 | 4125 | 3094 | 2476 | 2062 |
| 15 | 83,04 | 22110 | 11055 | 7370 | 5528 | 4422 | 3683 |

Tabel 2. 9 Penentuan Ukuran Perpipaan Air Hujan Horizontal

| Ukuran saluran atau pipa air hujan inci | Debit L/dt' | Luas atap maksimum yang diperbolehkan pada berbagai nilai curah hujan(m ²) | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|--|--------------|--------------|---------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 25,4 mm/j | 50,8 mm/j | 76,2 mm/j | 101,6 mm/j | 127 mm/j | 162,4 mm/j | 178 mm/j | 203 mm/j | 229 mm/j | 254 mm/j | 279 mm/j | 305 mm/j |
| 2 | 1.8 | 268 | 134 | 89 | 67 | 53 | 45 | 38 | 33 | 30 | 27 | 24 | 22 |
| 3 | 5.52 | 818 | 409 | 272 | 204 | 164 | 137 | 117 | 102 | 91 | 82 | 74 | 68 |
| 4 | 11.52 | 1709 | 855 | 569 | 427 | 342 | 285 | 244 | 214 | 190 | 171 | 156 | 142 |
| 5 | 21.6 | 3214 | 1607 | 1071 | 804 | 643 | 536 | 459 | 402 | 357 | 321 | 292 | 268 |
| 6 | 33.78 | 5017 | 2508 | 1672 | 1254 | 1003 | 836 | 717 | 627 | 557 | 502 | 456 | 418 |
| 8 | 72.48 | 10776 | 5388 | 3592 | 2694 | 2155 | 1794 | 1539 | 1347 | 1197 | 1078 | 980 | 892 |

Sumber :UPC 2012- IAPMO Tabel 1101.11

Tabel 2. 10 Ukuran Talang

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

2.6.14 Perhitungan Drainase

Drainase adalah penghilangan/pembuangan massa air secara alami atau buatan dari permukaan atau bawah permukaan suatu tempat. Pembuangan ini dapat dilakukan dengan cara mengalirkan, menguras, membuang atau mengalihkan air. Dalam pembahasan ini, desain sistem drainase didasarkan pada curah hujan di lokasi proyek. Berbagai tahapan desain ditunjukkan di bawah ini.

1. Perhitungan luas bidang tadah
2. Penentuan koefisien bidang tadah berdasarkan table

Tabel 2. 11 Koefisien Bidang Tadah

| Tipe kawasan daerah pengaliran dan sungai | Koefisien limpasan (C) | |
|---|------------------------|--------|
| Halaman rumput | | |
| Tanah berpasir, datar (2%) | 0,05 | - 0,10 |
| Tanah berpasir, rata-rata (2% - 7%) | 0,10 | - 0,15 |
| Tanah berpasir, curam (7%) | 0,15 | - 0,20 |
| Tanah berat, datar (2%) | 0,13 | - 0,17 |
| Tanah berat, rata-rata (2% - 7%) | 0,18 | - 0,22 |
| Tanah berat, curam (7%) | 0,25 | - 0,35 |
| Hutan | | |
| Datar (0% - 5%) | 0,10 | - 0,40 |
| Bergelombang (5% - 10%) | 0,25 | - 0,50 |
| Berbukit (10% - 30%) | 0,30 | - 0,60 |
| Lahan tanam | 0,08 | - 0,41 |
| Lahan ternak | 0,12 | - 0,62 |
| Sungai | | |
| Sungai daerah pegunungan | 0,75 | - 0,85 |
| Sungai kecil di dataran | 0,45 | - 0,75 |
| Sungai besar, rata-rata daerah pengaliran dataran | 0,50 | - 0,75 |
| Bisnis | | |
| Kawasan kota | 0,70 | - 0,95 |
| Kawasan pinggiran | 0,50 | - 0,70 |
| Kawasan pemukiman | | |
| Kawasan keluarga tunggal | 0,30 | - 0,50 |
| Multi satuan, terpisah | 0,40 | - 0,60 |
| Multi satuan, berdempetan | 0,60 | - 0,75 |
| Pinggiran kota | 0,25 | - 0,40 |
| Kawasan tempat tinggal berupa rumah susun | 0,50 | - 0,70 |
| Perindustrian | | |
| Kawasan yang ringan | 0,50 | - 0,80 |
| Kawasan yang berat | 0,60 | - 0,90 |
| Taman-taman dan pemakaman | 0,10 | - 0,25 |
| Lapangan bermain | 0,20 | - 0,35 |
| Kawasan halaman rel kereta api | 0,20 | - 0,40 |
| Kawasan yang belum diperbaiki | 0,10 | - 0,30 |
| Perkerasan | | |
| Beraspal | 0,70 | - 0,95 |
| Beton | 0,80 | - 0,95 |
| Batu bata | 0,70 | - 0,85 |
| Jalan raya dan trotoir | 0,75 | - 0,85 |
| Atap | 0,75 | - 0,95 |

3. Penentuan intensitas hujan yang telah diperoleh
4. Perhitungan debit limpasan air hujan

$$Q_1 = C \times I \times A$$

Dimana:

- Q_1 = debit oleh hujan (m^3/s)
 C = koefisien aliran
 I = intensitas hujan (mm/jam)
 A = luas bidang tadah (m^2)

5. Penentuan kedalaman saluran rencana (y_1)
6. Penentuan lebar saluran drainase

$$B = 2 \times y_1$$

Dimana:

B = lebar saluran drainase (m)

Y_1 = kedalaman saluran rencana (m)

7. Perhitungan luas penampang basah

$$A = B \times y_1$$

Dimana:

A = luas penampang basah (m^2)

B = lebar saluran (m)

Y_1 = kedalaman saluran rencana (m)

8. Penentuan koefisien *Manning* (n) berdasarkan tabel

Tabel 2. 12 Koefisien Manning

| Bahan | Koefisien Manning n |
|---|------------------------|
| Besi tuang dilapis | 0,014 |
| Kaca | 0,010 |
| Saluran beton | 0,013 |
| Bata dilapis mortar | 0,015 |
| Pasangan batu disemen | 0,025 |
| Saluran tanah bersih | 0,022 |
| Saluran tanah | 0,030 |
| Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput | 0,040 |
| Saluran pada galian batu padas | 0,040 |

9. Perhitungan keliling basah

$$P = B + (2 \times y_1)$$

Dimana:

P = keliling basah (m)

B = lebar saluran (m)

Y_1 = kedalaman saluran rencana (m)

10. Perhitungan jari-jari hidrolis

$$R = \frac{A}{P}$$

Dimana:

R = jari-jari hidrolis (m)

A = luas penampang basah (m^2)

P = keliling basah (m)

11. Penentuan kemiringan saluran (I)

12. Perhitungan kecepatan aliran drainase

$$v = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$$

Dimana:

V = kecepatan aliran drainase (m/s)

n = koefisien *Manning*

R = jari-jari hidrolis (m)

I = kemiringan saluran

13. Perhitungan debit saluran drainase

$$Q_2 = A \times v$$

Dimana:

Q₂ = debit aliran drainase (m³/s)

A = luas penampang basah (m²)

V = kecepatan aliran drainase (m/s)

14. Perhitungan tinggi jagaan

$$w = \sqrt{0,5 \times y_1}$$

Dimana:

w = tinggi jagaan (m)

y₁ = kedalaman saluran rencana (m)

15. Penentuan kedalaman drainase

$$y_2 = y_1 + w$$

Dimana:

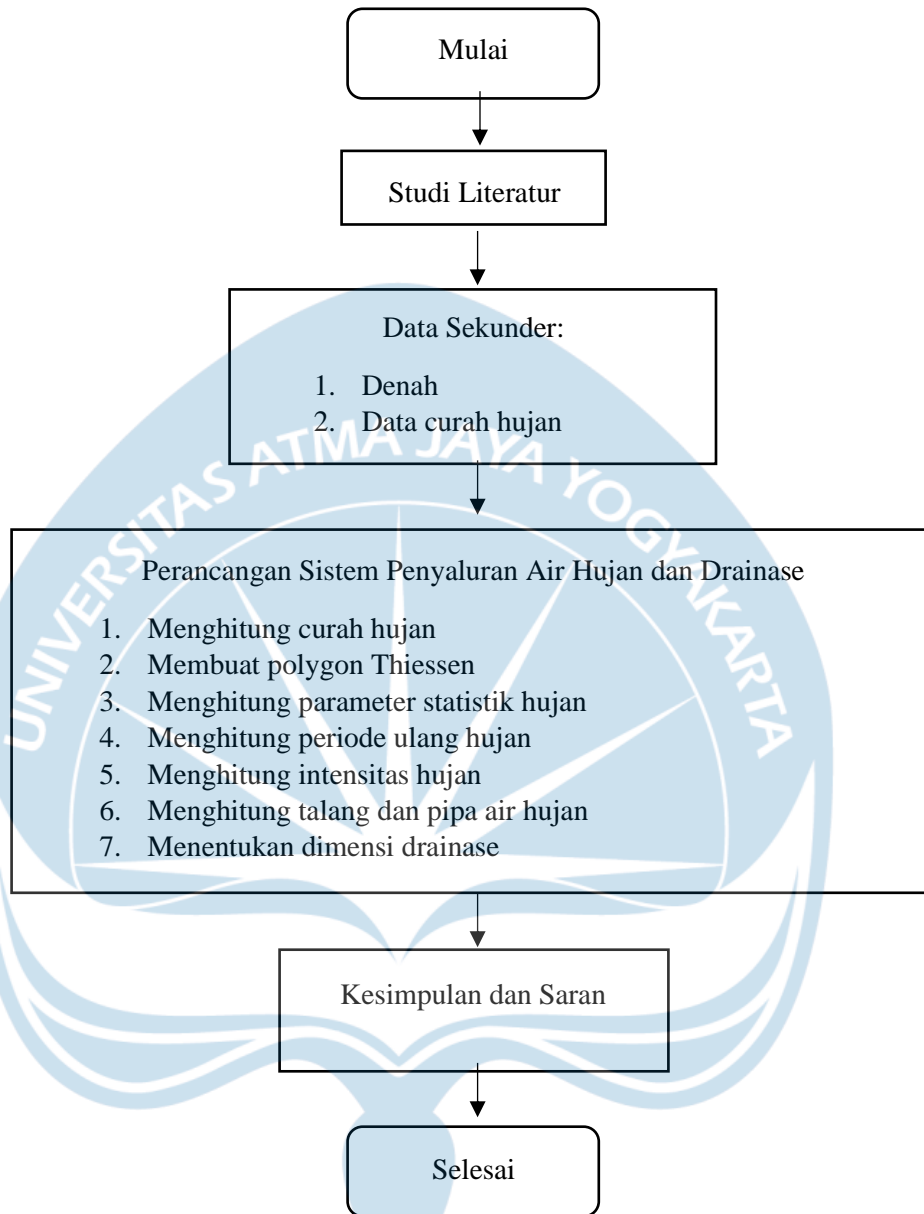
Y₂ = kedalaman drainase (m)

Y₁ = kedalaman saluran rencana (m)

W = tinggi jagaan (m)

2.7 Perancangan Sistem Penyaluran Air Hujan dan Drainase

Perancangan sistem penyaluran air hujan dan drainase membahas mengenai hasil perancangan yang direncanakan.



Gambar 2. 10 Bagan Air Perancangan Sistem Penyaluran Air Hujan dan Drainase

2.7.1 Data Stasiun Hujan

Data stasiun hujan diperoleh dari tabel data hujan untuk setiap stasiun. Lokasi antar stasiun ditunjukkan dalam koordinat lintang selatan (LS) dan bujur timur (BT). Lihat Tabel untuk detail koordinat lokasi. Selanjutnya mengolah data curah hujan tinggi yang merupakan maksimum bulanan dan tahunan.

Tabel 2. 13 Data Stasiun Hujan

| Nama Stasiun | Koordinat | |
|----------------|-----------|------------|
| | LS | BT |
| Piring-Pundong | 7°57'27" | 110°20'29" |
| Dogongan | 7°57'11" | 110°22'40" |
| Sapon | 7°55'21" | 110°15'15" |

2.7.2 Merancang Poligon Thiessen

Gambar daerah yang terdampak beserta stasiun hujannya menggunakan *software* ArcGIS. Dibawah ini adalah langkah-langkah merancang polygon Thiessen menggunakan *software* ArcGIS.

1. Pilih ArcToolbox → pilih Proximity → pilih Create Thiessen Polygons.
2. Kemudian pada bagian Input Features, masukkan koordinatstasiun.
3. Pilih ALL pada Output Fields (optional).
4. Pilih letak folder hasil output layer Poligon Thiessen.
5. Pilih Enviroment Setting lalu pilih Processing Extent, kemudianpada extent, pilih hasil dari penggabungan peta DEM.
6. Pilih Enviroment Setting lagi lalu pilih Raster Analysis, kemudian pada Mask, pilih hasil dari penggabungan peta DEMseperti pada langkah 5.
7. Kemudian pilih OK dan software akan menampilkan Poligon Thiessen secara otomatis.

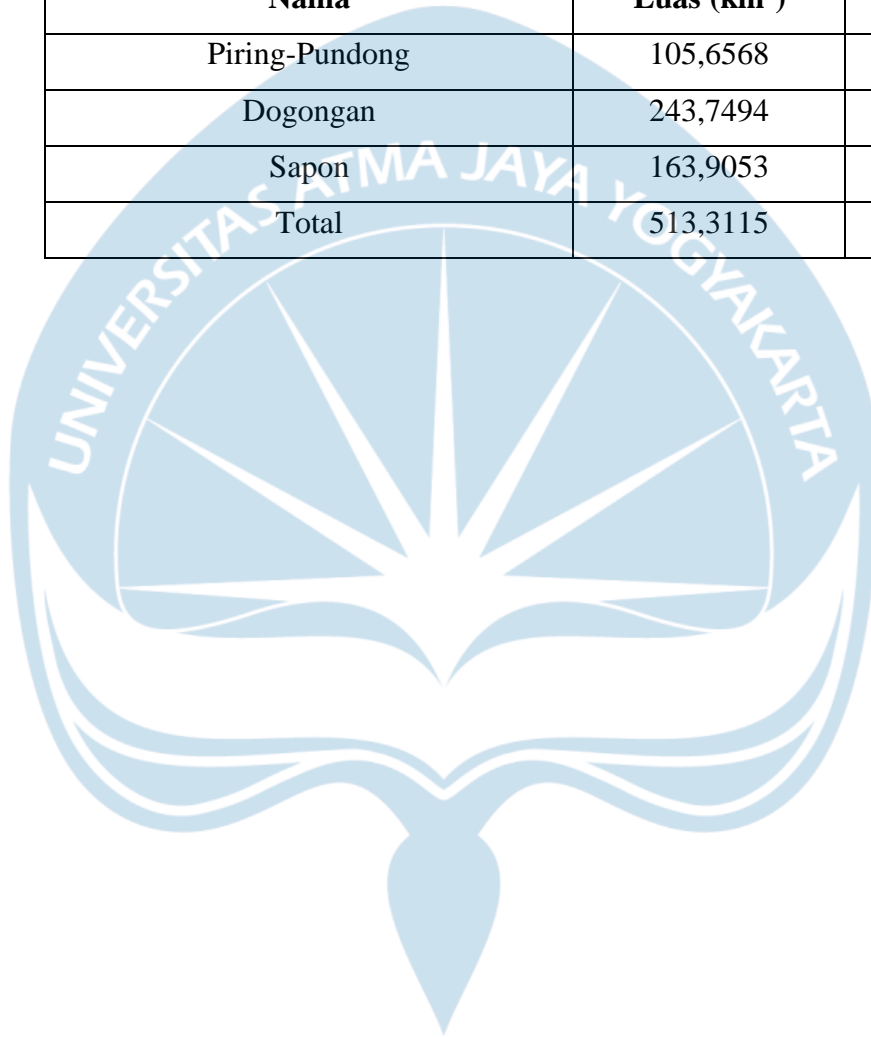
Tahapan untuk mencari luas daerah terdampak masing-masing stasiun adalah sebagai berikut :

1. Pilih pilihan Open Attribute Table pada Layers PolygonThiessen yang telah dibuat sebelumnya.
2. Pilih Add Field pada Table Option yang berada di OpenAttribute Table.
3. Masukkan nama LUAS dan Type yang berupa Double yang adadi Add Field, klik OK.
4. Pada Field Luas, klik kanan mouse lalu pilih CalculateGeometry.
5. Pada Property, pilih Area, gunakan Coordinate System WGS1984 UTM Zone 49S.

6. Pilih Units yaitu kilometres square (km²).
7. Luasan daerah terdampak yang diwakili stasiun curah hujan akan dihitung luasnya, hingga didapatkan hasil seperti pada tabel.

Tabel 2. 14 Luas DAS Masing-masing Stasiun yang Mewakili

| Nama | Luas (km²) | Luasan (%) |
|----------------|------------------------------|-------------------|
| Piring-Pundong | 105,6568 | 20,5834 |
| Dogongan | 243,7494 | 47,4857 |
| Sapon | 163,9053 | 31,9309 |
| Total | 513,3115 | 100 |



Tabel 2. 15 Curah Hujan Rata-rata

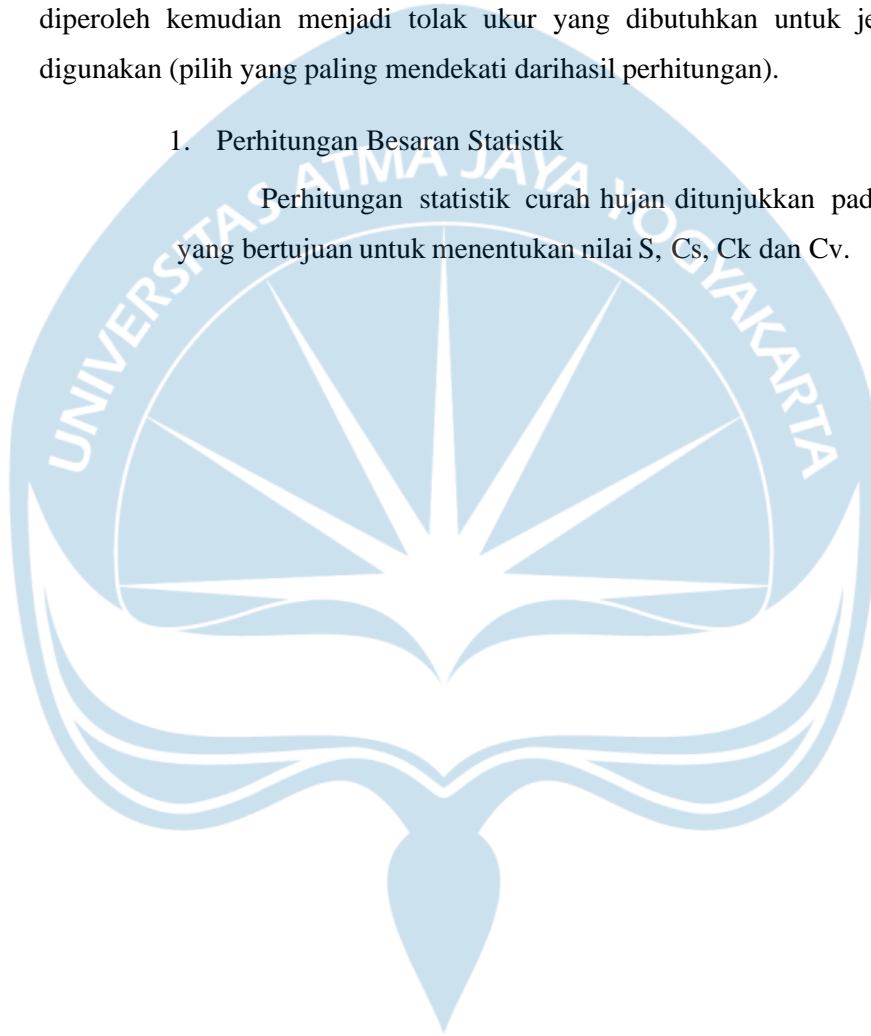
| Luas Km ² | %Fase Lua | Piring Pundong | | Dogongan | | Sapon | | Total | Curah Hujan Rata - Rata | |
|-------------------------|-----------|----------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|-----------|-------------------------|--------------------|
| | | Luas | %Luas | Luas | %Luas | Luas | %Luas | | Harian (Max/Tahun) | Harian (Min/Tahun) |
| 513.3115 | 100 | 105.6568 | 20.58336897 | 243.7494 | 47.48566903 | 163.9053 | 31.930962 | | | |
| Tahun | Tanggal | Curah Hujan | Curah Hujan x Luas | Curah Hujan | Curah Hujan x Luas | Curah Hujan | Curah Hujan x Luas | | | |
| 1991 | 7-Jan | 110 | 22.64170586 | 59.1 | 28.0640304 | 56 | 17.88133872 | 68.587075 | | |
| | 29-Jan | 83 | 17.08419624 | 65.8 | 31.24557022 | 84.7 | 27.04552481 | 75.375291 | | |
| | 11-Apr | 0 | 0 | 0 | 0 | 143.5 | 45.82093047 | 45.82093 | | |
| | | | | | | | | | 75.37529128 | 45.82093047 |
| 1992 | 9-Apr | 170 | 34.99172725 | 0 | 0 | 110 | 35.1240582 | 70.115785 | | |
| | 29-Aug | 0 | 0 | 120 | 56.98280284 | 43 | 13.73031366 | 70.713116 | | |
| | 30-Aug | 15 | 3.087505345 | 0 | 0 | 133 | 42.46817946 | 45.555685 | | |
| | | | | | | | | | 70.7131165 | 45.5556848 |
| 1993 | 6-Feb | 76 | 15.64336042 | 0 | 0 | 12 | 3.83171544 | 19.475076 | | |
| | 8-Dec | 14 | 2.881671656 | 178.8 | 84.90437623 | 56 | 17.88133872 | 105.66739 | | |
| | 23-Dec | 30 | 6.17501069 | 0 | 0 | 91 | 29.05717542 | 35.232186 | | |
| | | | | | | | | | 105.6673866 | 19.47507586 |
| 1994 | 18-Feb | 143 | 29.43421762 | 2.3 | 1.092170388 | 82 | 26.18338884 | 56.709777 | | |
| | 19-Feb | 0 | 0 | 90.7 | 43.06950181 | 0 | 0 | 43.069502 | | |
| | 18-Feb | 143 | 29.43421762 | 2.3 | 1.092170388 | 82 | 26.18338884 | 56.709777 | | |
| | | | | | | | | | 56.70977685 | 43.06950181 |
| 1995 | 3-Feb | 185 | 38.07923259 | 0 | 0 | 11.2 | 3.576267744 | 41.6555 | | |
| | 20-Nov | 112 | 23.05337324 | 111.2 | 52.80406397 | 71.3 | 22.76677591 | 98.624213 | | |
| | 7-Dec | 70 | 14.40835828 | 2.6 | 1.234627395 | 177.5 | 56.67745755 | 72.320443 | | |
| | | | | | | | | | 98.62421311 | 41.65550033 |

2.7.3 Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi digunakan untuk menentukan jenis distribusi yang akan digunakan untuk mencari periode ulang dan debit maksimum. Untuk analisis statistik yang ditunjukkan pada Tabel, nilai koefisien kemiringan (C_s), koefisien kortusis (C_k), koefisien variasi (C_v), dan standar deviasi (S) diperoleh dengan menggunakan rumus statistik biasa. Nilai yang diperoleh kemudian menjadi tolak ukur yang dibutuhkan untuk jenis distribusi yang digunakan (pilih yang paling mendekati dari hasil perhitungan).

1. Perhitungan Besaran Statistik

Perhitungan statistik curah hujan ditunjukkan pada tabel dibawah ini, yang bertujuan untuk menentukan nilai S , C_s , C_k dan C_v .



Tabel 2. 16 Analisis Statistik

| Metode Distribusi Normal | | | | | | | |
|--------------------------|---------|----------|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--|
| Tahun | n | Xi | (Xi-Xrt) | (Xi-Xrt) ² | (Xi-Xrt) ³ | (Xi-Xrt) ⁴ | |
| 1991 | 1 | 75.3753 | -6.0427 | 36.5138 | -220.6407 | 1333.2581 | |
| 1992 | 2 | 70.7131 | -10.7048 | 114.5936 | -1226.7063 | 13131.6948 | |
| 1993 | 3 | 105.6674 | 24.2494 | 588.0348 | 14259.5096 | 345784.9760 | |
| 1994 | 4 | 56.7098 | -24.7082 | 610.4942 | -15084.1996 | 372703.1192 | |
| 1995 | 5 | 98.6242 | 17.2063 | 296.0553 | 5094.0026 | 87648.7134 | |
| Total | | 407.0898 | 0.0000 | 1645.6917 | 2821.9656 | 820601.7616 | |
| Xrt | 81.4180 | | | | | | |
| SD | 20.2836 | | | | | | |

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata curah hujan } (\bar{X}) &= \frac{\sum Xi}{n} \\ &= \frac{407,0898}{5} \\ &= 81,4180 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi (S)} &= \sqrt{\frac{\sum(Xi - \bar{X})}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{1645,6917}{5-1}} \\ &= 20,2836 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien Kemencengan (Cs)} &= \frac{(n) \sum(Xi - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S)^3} \\ &= \frac{5 \times 2821,9659}{(5-1)(5-2)(20,2836)^3} \\ &= 0,1409 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien Kortusis (Ck)} &= \frac{(n)^2 \sum(Xi - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S)^4} \\ &= \frac{5^2 \times 820601,7616}{(5-1)(5-2)(5-3)(20,2836)^4} \\ &= 5,0499 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien Variasi (Cv)} &= \frac{S}{\bar{X}} \\ &= \frac{20,2836}{81,4180} \\ &= 0,2491 \end{aligned}$$

2. Tentukan Jenis Distribusi yang akan Digunakan

Hal ini dilakukan dengan mencocokkan statistik yang dihitung dengan kondisi masing-masing jenis distribusi sesuai Tabel untuk menentukan distribusi yang sesuai dengan data.

Tabel 2. 17 Uji Sebaran Data

| No. | Distribusi | Persyaratan |
|-----|------------------|---------------------------|
| 1 | Normal | $CS = 0$ |
| 2 | Long Normal | $CS = 3 CV$ |
| 3 | Gumble | $CS \approx 1,14$ |
| | | $CK \approx 5,4002$ |
| 4 | Long Pearson III | Selain dari nilai di atas |

Oleh karena itu, jenis distribusi yang digunakan adalah metode Log Pearson III, karena memenuhi persyaratan.

3. Perhitungan Distribusi Log Pearson III

Setelah menggunakan Log Pearson III untuk menentukan jenis distribusi, maka dilakukan perhitungan distribusi frekuensi sebagai berikut:

Tabel 2. 18 Log Pearson Tipe III

| Metode Distribusi Log Pearson III | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---|------------|--------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--|
| Tahun | n | Hujan (Xi) | Log (Xi) | Log (Xi)-Log(Xrt) | (Log (Xi)-Log(Xrt))^2 | (Log (Xi)-Log(Xrt))^3 | (Log (Xi)-Log(Xrt))^4 | |
| 1991 | 1 | 75.38 | 1.88 | -0.022433284 | 0.000503252 | -1.12896E-05 | 2.53263E-07 | |
| 1992 | 2 | 70.71 | 1.85 | -0.050162309 | 0.002516257 | -0.000126221 | 6.33155E-06 | |
| 1993 | 3 | 105.67 | 2.02 | 0.124278679 | 0.01544519 | 0.001919508 | 0.000238554 | |
| 1994 | 4 | 56.71 | 1.75 | -0.146004349 | 0.02131727 | -0.003112414 | 0.000454426 | |
| 1995 | 5 | 98.62 | 1.99 | 0.094321264 | 0.008896501 | 0.000839129 | 7.91477E-05 | |
| Total | | | 9.498311438 | | 0.04867847 | -0.000491288 | 0.000778712 | |
| Log Xrt | | | 1.899662288 | | | | | |
| SDLogX | | | 0.11031599 | | | | | |
| Cs | | -0.2 | | | | | | |

$$\begin{aligned} \text{Nilai rerata } \log \bar{X} &= \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \\ &= \frac{9,4963}{5} \\ &= 1,8997 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar Deviasi (S)} &= \sqrt{\frac{\sum (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{0,0487}{5-1}} \\ &= 0,1103 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien Kemencengan (Cs)} &= \frac{(n) \sum (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S)^3} \\ &= \frac{5 \times (-0,0005)}{(5-1)(5-2)(0,1103)^3} \\ &= -0,2 \end{aligned}$$

Setelah diperoleh nilai rerata log X, standar deviasi, serta koefisien kemencengan maka dilakukan perhitungan curah hujan maksimum, seperti terlihat di bawah ini.

1. Periode ulang 2 tahun

$$\begin{aligned} \text{Log } \bar{X} &= 1,8997 \\ \text{Cs} &= -0,2 \\ \text{K} &= -0,396 \\ \text{S} &= 0,1103 \\ \text{Log } X_T &= \log \bar{X} + K.S \\ &= 1,8997 + (-0,396) (0,1103) \\ &= 1,8560 \\ X_T &= 10^{\log X_T} \\ &= 10^{1,8560} \\ &= 71,7757 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

2. Periode ulang 5 tahun

$$\begin{aligned} \text{Log } \bar{X} &= 1,8997 \\ \text{Cs} &= -0,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 K &= 0,42 \\
 S &= 0,1103 \\
 \text{Log } X_T &= \log \bar{X} + K.S \\
 &= 1,8997 + (0,42) (0,1103) \\
 &= 1,9460 \\
 X_T &= 10^{\log X_T} \\
 &= 10^{1,9460} \\
 &= 88,3070 \text{ mm/hari}
 \end{aligned}$$

3. Periode ulang 10 tahun

$$\begin{aligned}
 \text{Log } \bar{X} &= 1,8997 \\
 C_s &= -0,2 \\
 K &= 1,18 \\
 S &= 0,1103 \\
 \text{Log } X_T &= \log \bar{X} + K.S \\
 &= 1,8997 + (1,18) (0,1103) \\
 &= 2,0298 \\
 X_T &= 10^{\log X_T} \\
 &= 10^{2,0298} \\
 &= 107,1113 \text{ mm/hari}
 \end{aligned}$$

4. Periode ulang 15 tahun

$$\begin{aligned}
 \text{Log } \bar{X} &= 1,8997 \\
 C_s &= -0,2 \\
 K &= 1,546 \\
 S &= 0,1103 \\
 \text{Log } X_T &= \log \bar{X} + K.S \\
 &= 1,8997 + (1,546) (0,1103) \\
 &= 2,0702 \\
 X_T &= 10^{\log X_T} \\
 &= 10^{2,0702} \\
 &= 117,5468 \text{ mm/hari}
 \end{aligned}$$

5. Periode ulang 25 tahun

$$\begin{aligned}
 \text{Log } \bar{X} &= 1,8997 \\
 C_s &= -0,2 \\
 K &= 2,278
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S &= 0,1103 \\
 \text{Log } X_T &= \log \bar{X} + K.S \\
 &= 1,8997 + (2,278) (0,1103) \\
 &= 2,1510 \\
 X_T &= 10^{\log X_T} \\
 &= 10^{2,1510} \\
 &= 141,5670 \text{ mm/hari}
 \end{aligned}$$

2.7.4 Uji Kecocokan Distribusi Frekuensi

Pengecekan sebaran data dilakukan untuk mengetahui apakah data hujan yang ada memiliki sebaran data yang cukup baik dan representatif. Uji distribusi data meliputi uji Chi-square dan uji Smirnov-Kolmogrov.

1. Uji Chi Kuadrat

Dalam uji Chi-kuadrat, curah hujan pertama-tama diringkas menurut tahun-tahun berturut-turut dan kemudian dihitung menurut langkah-langkah berikut.

Tabel 2. 19 Rekap Curah Hujan

| Tahun | CH rerata Max |
|-------|---------------|
| 1993 | 105.6674 |
| 1995 | 98.6242 |
| 1991 | 75.3753 |
| 1992 | 70.7131 |
| 1994 | 56.7098 |

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah data (n)} &= 5 \\
 \text{Curah hujan maksimal (Xi-max)} &= 105,6674 \text{ mm} \\
 \text{Curah hujan minimal (Xi-min)} &= 56,7098 \text{ mm} \\
 \text{Jumlah kelas (K)} &= 1 + 3,3 \log n \\
 &= 1 + 3,3 \log 5 \\
 &= 3,3066 \approx 5
 \end{aligned}$$

$$\text{Lebar kelas} = \frac{(\text{nilai terbesar} - \text{nilai terkecil})}{\text{jumlah kelas}}$$

$$= \frac{(105,6674 - 56,7098)}{5}$$

$$= 9,7915$$

$$Ef = \frac{n}{k}$$

$$= \frac{5}{5}$$

$$\Delta x = \frac{x_{maks} - x_{min}}{(k-1)}$$

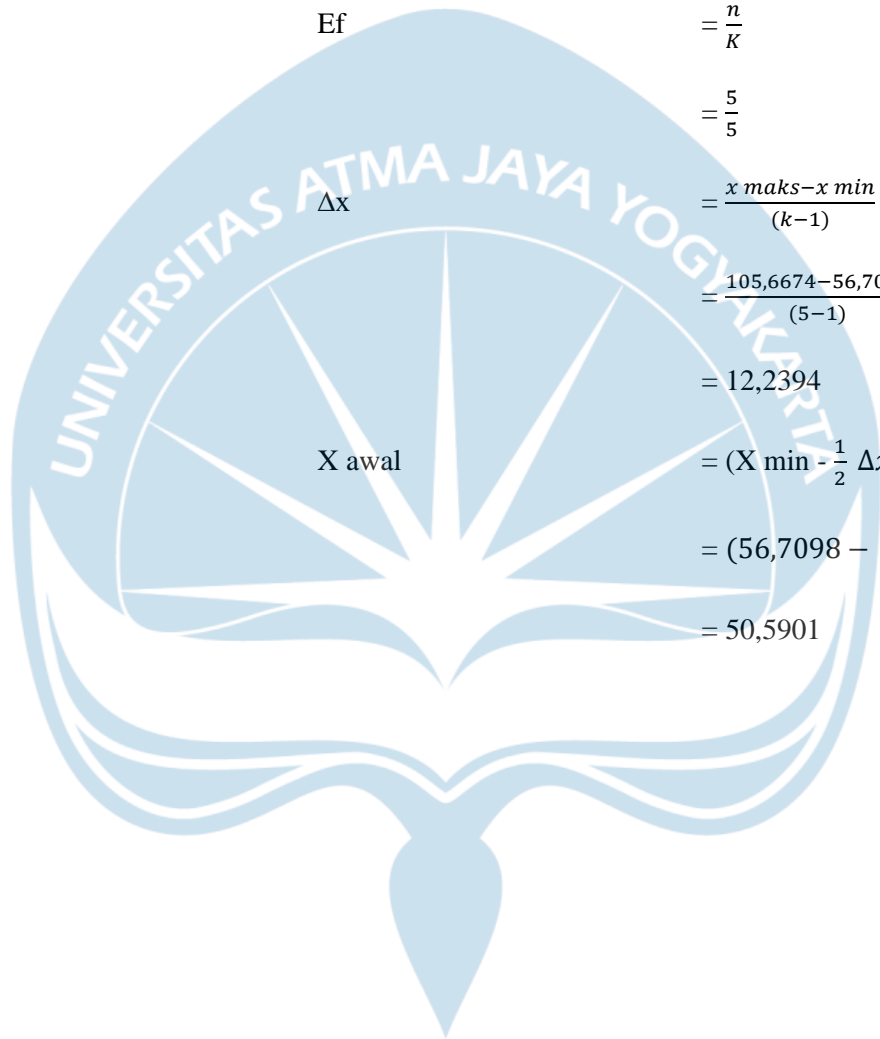
$$= \frac{105,6674 - 56,7098}{(5-1)}$$

$$= 12,2394$$

$$X_{awal} = (X_{min} - \frac{1}{2} \Delta x)$$

$$= (56,7098 - \frac{1}{2} 12,2394)$$

$$= 50,5901$$



Tabel 2. 20 Perhitungan Chi Kuadrat

| Kelas | Interval | | | Ef | Of | Of-Ef | (Of-Ef) ² /Ef | | |
|-------|----------|-------|----------|----|----|-------|--------------------------|----------|----------|
| 1 | | X > | 98.49879 | 1 | 2 | 1 | 1 | 105.6674 | |
| 2 | 82.85603 | < X < | 98.49879 | 1 | 0 | -1 | 1 | 98.62421 | |
| 3 | 64.74241 | < X < | 82.85603 | 1 | 2 | 1 | 1 | 75.37529 | |
| 4 | 49.4223 | < X < | 64.74241 | 1 | 1 | 0 | 0 | 70.71312 | |
| 5 | 0 | < X < | 49.4223 | 1 | 0 | -1 | 1 | 56.70978 | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | 4 < | 5.991 | Diterima |

Nilai Chi-Kuadrat = 4

Tingkat kesalahan (α) = 1% (asumsi)

Variabel terikat (P) = 2 (Ef dan Of)

Derajat kebebasan (DOF) = $K - (p+1)$

= $5 - (2+1)$

= 2

Nilai Chi-Kuadrat (dari Tabel) = 5,991

Karena nilai Chi-Square bilangan lebih kecil dari nilai Chi-Square pada Tabel, maka hasil uji Chi-Square diterima.

2. Uji Smirnov-Kolmogorov

Tes Smirnov-Kolmogorov dilakukan dengan terlebih dahulu mengurutkan curah hujan dari yang terkecil hingga yang terbesar dan kemudian menghitungnya sesuai dengan langkah- langkah berikut.

Tabel 2. 21 Uji Smirnov-Kolmogorov

| Tahun | n | Hujan (Xi) | Urutan Data Terbesar | $P(x)$ | $P(x<)$ | $P'(x)$ | $P'(x<)$ | D |
|-------|---|------------|----------------------|-------------------|------------|-------------------|-------------|-------|
| | | | | $(\frac{n}{m+1})$ | $(1-P(x))$ | $(\frac{n}{m-1})$ | $(1-P'(x))$ | |
| 1991 | 1 | 75.38 | 105.67 | 0.17 | 0.83 | 0.25 | 0.75 | 0.083 |
| 1992 | 2 | 70.71 | 98.62 | 0.33 | 0.67 | 0.5 | 0.5 | 0.167 |
| 1993 | 3 | 105.67 | 75.38 | 0.5 | 0.5 | 0.75 | 0.25 | 0.25 |
| 1994 | 4 | 56.71 | 70.71 | 0.67 | 0.33 | 1 | 0 | 0.333 |
| 1995 | 5 | 98.62 | 56.71 | 0.83 | 0.17 | 1.25 | -0.25 | 0.417 |

$$\Delta P \text{ maks} = 0,4167$$

$$\text{Jumlah data (n)} = 5$$

$$\text{Tingkat kesalahan } (\alpha) = 1\% \text{ (asumsi)}$$

$$\Delta \text{ kritis (dari tabel)} = 0,563$$

Hasil uji Smirnov-Kolmogorov diterima karena ΔP maks lebih kecil dari nilai ΔP kritis pada Tabel.

2.7.5 Analisis Intensitas Hujan

Perencanaan dimensi talang dan juga sumur resapan membutuhkan perhitungan intensitas hujan. Dalam melakukan perhitungan intensitas hujan digunakan metode Mononobe dengan detail pada tabel berikut:

Tabel 2. 22 Intensitas Curah Hujan Menggunakan Metode Mononobe

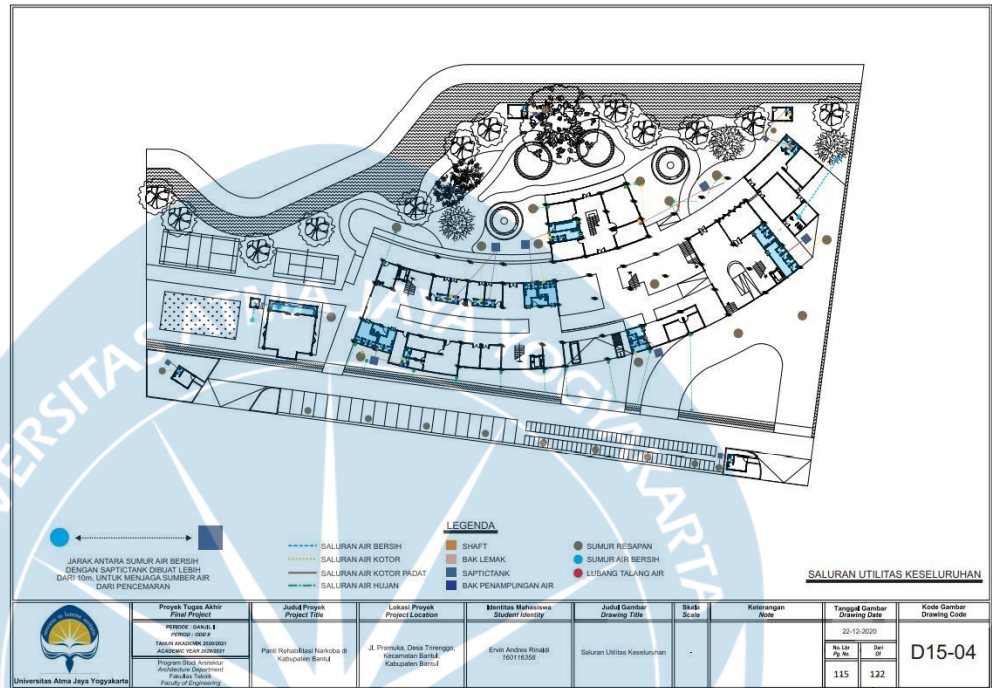
| Perhitungan Intensitas Hujan | | | | | |
|------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| R24 | | | | | |
| t (jam) | 2 | 5 | 10 | 15 | 25 |
| | 78.54137173 | 100.8265501 | 107.1112667 | 122.5690508 | 141.5670271 |
| 1 | 27.2287728 | 34.95461264 | 37.13340219 | 42.49231662 | 49.07854716 |
| 2 | 17.153052 | 22.02002613 | 23.39257754 | 26.76848209 | 30.91754733 |
| 3 | 13.09022862 | 16.80442502 | 17.85187778 | 20.42817513 | 23.59450452 |
| 4 | 10.80574565 | 13.87174722 | 14.73640042 | 16.86308703 | 19.47683435 |
| 5 | 9.312109308 | 11.95430937 | 12.69944491 | 14.53216787 | 16.78462703 |
| 6 | 8.246327294 | 10.58612441 | 11.2459783 | 12.86894393 | 14.86360645 |
| 7 | 7.440966936 | 9.552252642 | 10.14766328 | 11.61212536 | 13.41198332 |
| 8 | 6.807193199 | 8.738653159 | 9.283350547 | 10.62307916 | 12.26963679 |
| 9 | 6.293125535 | 8.078724921 | 8.582287687 | 9.820842268 | 11.34305467 |
| 10 | 5.866261268 | 7.530743004 | 8.000148983 | 9.154692099 | 10.57365245 |
| 11 | 5.505113508 | 7.067123871 | 7.50763156 | 8.591096925 | 9.922701068 |
| 12 | 5.194860671 | 6.668840488 | 7.084522393 | 8.106926673 | 9.363485322 |
| 13 | 4.924919845 | 6.322307168 | 6.716388972 | 7.685666003 | 8.876930027 |
| 14 | 4.687515437 | 6.017542089 | 6.392627288 | 7.315180585 | 8.449020055 |
| 15 | 4.476795216 | 5.747032516 | 6.105256323 | 6.986337621 | 8.069207039 |

Berdasarkan SNI 8456-2017, dipilih hasil perhitungan dengan durasi hujan 2 jam dan periode ulang 2 tahun.

2.7.6 Perancangan Talang Air Hujan dan Pipa Air Hujan

Saat menghitung talang dan pipa pembuangan, pertama, luas genteng dan dag beton dihitung di gedung utama panti, ruang yayasan, ruang serbaguna, ruang kebersihan, dan gudang barkas sebagai area tangkapan hujan. Setelah itu, dimensi talang dan pipa ditentukan

luasnya sesuai dengan ketentuan SNI saat ini. Denah atap dan dag beton dapat dilihat pada gambar, dan hasil perhitungan dimensi talang dan pipa air hujan dapat dilihat pada tabel.



Gambar 2. 11 Rencana Talang dan Pipa

Tabel 2. 23 Ukuran Talang dan Pipa

| | Atap (gedung) | Lebar atap (m) | Tinggi atap(m) | Sisi miring (m) | Panjang (m) | Luasan (m2) | Kemiringan Talang | Ukuran Talang | Diameter Pipa Drainase Vertikal | Diameter Pipa Drainase Vertikal (Dag) |
|----|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-------------|-------------|-------------------|---------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | Massa Utama A | 26.025 | 1.05 | 26.05 | 21.33 | 555.65 | 0.005 | 10 | 3 | |
| 2 | Massa Utama B | 26.025 | 1.05 | 26.05 | 10.67 | 277.83 | 0.005 | 8 | 3 | |
| 3 | Massa Utama C | 26.025 | 1.05 | 26.05 | 10.67 | 277.83 | 0.005 | 8 | 3 | |
| 4 | Massa Utama D | 26.025 | 1.05 | 26.05 | 21.33 | 555.65 | 0.005 | 10 | 3 | |
| 5 | Dag Utama A | - | - | - | - | 37.41 | 0.005 | | | 2 |
| 6 | Dag Utama B | - | - | - | - | 148.11 | 0.005 | | | 2 |
| 7 | Ruang Yayasan | 8 | 0.70 | 8.03 | 20.8 | 167.04 | 0.005 | 5 | 2 | |
| 8 | Ruang Serbaguna | 12 | 2.28 | 12.21 | 14.64 | 178.81 | 0.005 | 5 | 2 | |
| 9 | Dag serbaguna | 27 | - | - | 1.5 | 81 | 0.005 | 5 | | 2 |
| 10 | R. Kebersihan | 6.9 | 0.87 | 6.96 | 13.825 | 190.785 | 0.005 | 7 | 2 | 2 |
| 11 | Gudang Barkas | 6.925 | 1.43 | 7.07 | 13.825 | 191.48 | 0.005 | 7 | 2 | |
| | | | | | | 2661.59 | 0.005 | | | |

2.7.7 Perancangan Drainase

Drainase adalah pergerakan air permukaan secara gravitasi ataupun penggunaan pompa untuk menghindari genangan air guna menjaga dan menurunkan muka air agar tidak terjadi genangan air. Desain drainase didasarkan pada tiga area tangkapan air hujan yaitu atap, rumput dan jalan. Berdasarkan data tanah yang diambil dari Lab UAJY, ketinggian muka air tanah pada Desa Tirenggo, Kabupaten Bantul sedalam 4 meter dari permukaan tanah dan kedalaman sumur resapan ditetapkan 3 meter dari permukaan tanah.

Tabel 2. 24 Kebutuhan Jumlah Sumur Resapan

| No | Wilayah Resapan | Jumlah Sumur Resapan |
|----|---------------------|----------------------|
| 1 | Massa Utama A | 5 |
| 2 | Massa Utama B | 3 |
| 3 | Massa Utama C | 3 |
| 4 | Massa Utama D | 5 |
| 5 | Deg Utama A | 1 |
| 6 | Deg Utama B | 2 |
| 7 | Yayasan | 2 |
| 8 | Serbaguna | 2 |
| 9 | Dag Serbaguna | 1 |
| 10 | Gudang + Kebersihan | 4 |

1. Limpasan air hujan atap

$$\text{Luas bidang tadah (A)} = 2661,5860 \text{ m}^2$$

$$\text{Koefisien (C)} = 0,95$$

$$\text{Intensitas hujan (I)} = 0,0172 \text{ m/jam}$$

$$\text{Debit oleh hujan (Q}_1\text{)} = C \times I \times A$$

$$= 0,95 \times 0,0172 \times 2661,5860$$

$$= 43,3716 \text{ m}^3/\text{jam}$$

2. Limpasan air hujan jalan

$$\text{Luas bidang tadah (A)} = 5178,8940 \text{ m}^2$$

$$\text{Koefisien (C)} = 0,85$$

$$\text{Intensitas hujan (I)} = 0,0172 \text{ m/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Debit oleh hujan (Q}_1\text{)} &= 0,85 \times 0,0172 \times 5178,8940 \\ &= 75,5088 \end{aligned}$$

3. Sumur resapan bangunan keseluruhan

$$\text{Debit total (Q}_{\text{tot}}\text{)} = 118,8804 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{K bantu} = 10,51 \text{ cm/jam}$$

$$= 0,1051 \text{ m/jam}$$

$$\text{Tinggi sumur resapan (H)} = 190,7511 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman sumur} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah sumur yang diperlukan} = \frac{\text{Tinggi sumur resapan (H)}}{\text{Kedalaman sumur}}$$

$$= \frac{190,7511}{3}$$

$$= 63,0076 \approx 61 \text{ buah}$$

4. Perhitungan Saluran Drainase Area Perkerasan

$$\text{Panjang saluran} = 155,241 \text{ m}$$

$$\text{Kemiringan (S)} = 0,004$$

$$\text{Tc} = (0,0195 \times \text{panjang saluran}^{0,77}) \times (S^{(-0,385)})$$

$$= (0,0195 \times 155,241^{0,77}) \times (0,004^{(-0,385)})$$

$$= 7,9491 \text{ menit/60}$$

$$= 0,1325 \text{ jam}$$

Debit limpasan:

$$\text{R}_2 = 78,5414$$

$$\text{Intensitas hujan} = 104,7735 \text{ mm/jam}$$

$$\text{Q rasional} = 0,1282 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{V saluran} = 0,8 \text{ (asumsi)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas saluran (A)} &= \frac{Q \text{ limpasan}}{V \text{ saluran}} \\
 &= \frac{0,1282}{0,8} \\
 &= 0,1603 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Dimensi saluran:

$$\text{Lebar saluran (B)} = 0,5 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi muka air (h)} &= \frac{A}{B} \\
 &= \frac{0,1603}{0,5} \\
 &= 0,3205 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi Kosong (F)} &= (0,18 \times h)^{0,5} \\
 &= (0,18 \times 0,3205)^{0,5} \\
 &= 0,2402 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total H} &= h + F \\
 &= 0,3205 + 0,2402 \\
 &= 0,5608 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jadi, digunakan saluran persegi U Ditch Tipe 60x50.