

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Plumbing**

#### **2.1.1 Pengertian Umum**

Plumbing ialah teknologi perpipaan (instalasi pipa), serta peralatan untuk menyuplai air bersih ketempat yang telah disediakan dengan baik. Menurut kuantitas, kualitas, dan kontinuitas yang memenuhi persyaratan, serta berguna menyalurkan dan membuang air bekas (kotoran) dari tempat-tempat tertentu dengan sarana penyaluran (saluran pipa) dengan aman dan tanpa merusak daerah sekitarnya. Mewujudkan lingkungan yang sehat (*higienis*), bersih, aman dan nyaman sesuai ketentuan atau peraturan yang diharapkan.

Plumbing merupakan salah satu kegiatan pelaksanaan sebuah konstruksi yang biasanya masuk pada bagian *Mechanical and Electrical (ME)*. Fungsi dari plumbing itu sendiri adalah sebagai media yang menyalurkan air bersih ketempat-tempat yang dikehendaki dengan tekanan yang cukup yang dilaksanakan oleh sistem penyediaan air bersih, membuang air kotor dari tempat-tempat tertentu tanpa mencemari bagian yang penting lainnya yang dilakukan oleh sistem pembuangan.

#### **2.1.2 Ruang Lingkup Pekerjaan Plumbing**

Ruang lingkup pekerjaan plumbing terdiri dari :

1. Instalasi pipa air bersih
2. Instalasi pipa air panas
3. Instalasi pipa air kotor
4. Instalasi pipa air hujan
5. Instalasi pipa *hydrant*
6. Instalasi pipa gas
7. Pemasangan alat saniter

Selain itu terdapat prosedur perencanaan pekerjaan plumbing, yang terdiri dari :

#### **1.1.2.1 Rancangan Konsep**

Menyiapkan rencana rancangan sistem plumbing, terdapat hal-hal yang perlu diperhatikan yaitu sebagai berikut :

1. Jenis dan penggunaan bangunan
2. Denah bangunan
3. Asumsi jumlah penghuni bangunan

#### **1.1.2.2 Penelitian Lapangan**

Penelitian lapangan yang kurang layak atau pun tidak lengkap hanya akan menimbulkan kesulitan pada tahap awal perencanaan, bahkan dapat menyebabkan terhambatnya proses pelaksanaan pemasangan instalasi. Maka dari itu penelitian lapangan menjadi bagian penting dari pekerjaan perencanaan dan perancangan. Penelitian lapangan tidak hanya berarti kunjungan ke lokasi pembangunan dan melihat situasi setempat, akan tetapi mencakup pula tentang bermusyawarah dengan instansi Pemerintahan yang berwenang, serta penelitian yang menyangkut hak penggunaan air dan pembuangan air.

### **1.1.2.3 Rencana dasar**

#### **1. Masalah Umum**

Pada tahap ini dibuatkan dasar-dasar perancangan, dengan menggunakan rencana konsep serta data yang didapat dari penelitian lapangan. Antara lain perlu dilakukannya :

- a. Pertemuan dengan pemilik bangunan atau perancang bangunan
- b. Penyesuaian dengan persyaratan bangunan maupun peralatan lainnya.

#### **2. Pemilihan Peralatan**

Setelah semua telah ditetapkan sesuai rencana, maka jenis plumbing dapat dipilih, data untuk perhitungan rencana dapat disiapkan termasuk jenis-jenis peralatan yang dipelajari.

### **2.1.2.4 Rancangan Pendahuluan**

Menurut rencana dasar yang sudah dibuat, kapasitas dari sistem dan perletakan peralatan plumbing dipelajari lebih detail dengan menggunakan gambar-gambar denah bangunan.

### **2.1.2.5 Rancangan Pelaksanaan**

Jika rancangan pendahuluan sudah diperiksa dan disetujui oleh pemilik bangunan, maka perhitungan dan gambar pelaksanaan dapat disiapkan. Selain itu dokumen juga harus dibuat sebagai spesifikasi perkiraan biaya pelaksanaan. Kontraktor pelaksana akan membuat penawaran biaya pelaksanaan berdasarkan gambar rancangan yang akan menjadi bagian penting dalam kontrak. Kontraktor akan menyiapkan gambar kerja untuk ditunjukkan detail pemasangan. Maka dari itu tidak akan diterima bila terjadi kesalahan dalam pelaksanaan sistem plumbing,

demikian pula adanya perbedaan ketidak cocokan dengan pekerjaan rancangan dan mekanikal. Maka dari itu, pemeriksaan terhadap dokumen-dokumen sangat penting, sehingga harus diteliti dengan disiplin.

#### **2.1.2.6 Undang-Undang Peraturan dan Standar**

Meskipun belum disahkan sebagai peraturan yang disahkan untuk wilayah negara Republik Indonesia (RI) hendaknya menggunakan buku “Pedoman Plumbing Indonesia” yang telah disiapkan oleh Direktorat Jenderal Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum. Jika terdapat hal-hal yang belum diatur dalam buku pedoman, selama tidak bertentangan dengan peraturan Pemerintah yang berlaku, dapat digunakan standar Internasional.

#### **2.1.3 Sistem Penyediaan Air**

##### **1. Prinsip dasar penyiapan air bersih :**

###### **a. Kualitas Air**

Ketersediaan air bersih dengan kualitas yang baik merupakan prioritas utama, dengan menunjuk salah satu peraturan yang mengatur masalah kualitas air.

###### **b. Pencegahan Pencemaran Air**

Teknik penyediaan air bersih atau dingin mencakup beberapa peralatan seperti : tanki air bawah tanah, pompa-pompa, pemipaan, dan sebagainya. Sistem yang dibuat dapat mengalirkan air ketempat yang ditentukan dengan tidak dicemari oleh faktor yang merugikan kesehatan.

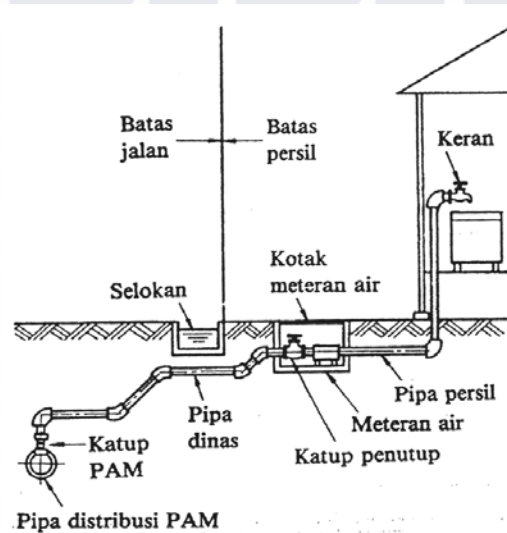
###### **c. Larangan Hubungan Pintas (*cross connection*)**

###### **d. Pencegahan Aliran Balik (*back flow*)**

2. Metode penyediaan air bersih dikelompokkan menjadi :

a. Metode Sambungan Langsung

Metode sambungan langsung dimana metode ini, pipa langsung didistribusi kedalam bangunan dan diteruskan langsung oleh pipa utama penyediaan air bersih (pipa utama dibawah jalan milik PDAM).



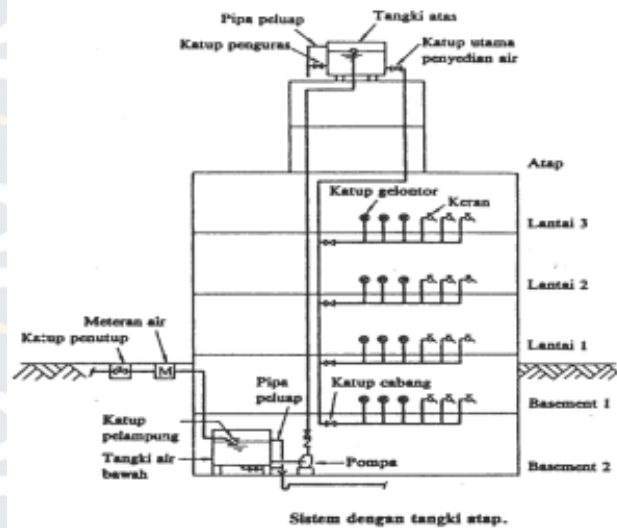
Gambar 2.1 Metode Sambungan Langsung  
(Sumber : <https://lingkunganitats.wordpress.com>)

b. Metode Tangki Atap

Pada metode ini, jika menginginkan tekanan air yang cukup maka sistem penyimpanan air dibuat 2 bak, satu di bawah (*ground reservoir*), yang kedua tangki di atas atap (*roof tank*), di atas lantai tertinggi bangunan, dari tangki ini di distribusikan ke seluruh bangunan yang di perlukan. Adapun alasan-alasan penggunaan tangki atap sebagai berikut :

- Selama air di gunakan, peralihan tekanan yang terjadi pada alat plumbing hampir tidak penting.

- Sistem pompa yang menaikkan air ke tangki atap beraksi secara otomatis dengan alat sederhana (deteksi muka air/plumbing).
- Perawatan tangki atap mudah dikerjakan.



Gambar 2.2 Metode Tanki Atap  
(Sumber : <https://lingkunganitats.wordpress.com>)

### c. Metode Tangki Tekan

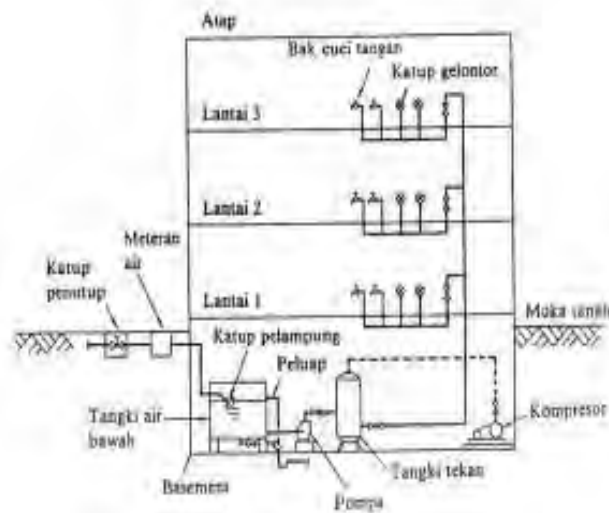
Pada sistem ini prinsip kerjanya sama dengan tangki di atas hanya penempatan tangki di bawah dengan diberi tekanan (antara 1-1,5 kg/cm) untuk mendistribusikan ke tempat yang di perlukan dengan bantuan pompa otomatis.

Kelebihan-kelebihan sistem tangki tekan :

- Segi estetika terhadap bangunan
- Mudah perawatan tanpa naik dan turun

Kekurangan-kekurangan sistem tangki tekan :

- Fluktuasi tekanan lebih besar
- Akan terjadi udara hampa bila air kosong



Gambar 2.3 Metode Tangki Tekan  
(Sumber : <https://lingkunganitats.wordpress.com>)

#### d. Metode Tanpa Tangki (*Booster System*)

Dalam metode ini tidak digunakan tangki apapun, baik itu tangki bawah, tangki atas maupun tangki tekan. Pada sistem ini air akan di pompa langsung ke sistem distribusi bangunan dan pompa hisap langsung melalui pipa utama ataupun sumur.

#### 2.1.4 Instalasi Pipa

Pemasangan instalasi pipa air ledeng ini ada yang bersifat terbuka (tidak tertanam di dinding) dan ada pula yang bersifat tertutup (tertanam pada dinding) yang masing-masing memiliki kekurangan dan kelebihan tersendiri. Pemasangan pipa yang bersifat terbuka memperlihatkan nilai estetika dari bangunan dan pada pipa ini bila terjadi kerusakan atau kebocoran akan segera terdeteksi, akan tetapi pada pemasangan pipa yang bersifat tertutup tidak mempengaruhi ornamen bagian luar, dan apabila terjadi kebocoran tidak dapat langsung terdeteksi.

Pemasangan pipa ini memiliki beberapa syarat yang harus dipenuhi :

1. Mampu mengeluarkan debit air sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan
2. Mampu menahan gaya tarik baik gaya dari luar seperti, tanah atau pembebanan lainnya maupun gaya yang ditimbulkan oleh tekanan air itu sendiri.

Kerusakan instalasi pipa air dipengaruhi oleh beberapa faktor khususnya untuk pipa dari logam yang mana adalah proses elektrolisis air yang ditimbulkan akibat adanya air tanah sehingga kandungan atau jenis logam yang tertanam di dalam tanah, akan saling berhubungan dengan logam lainnya akibat adanya air tanah. Hubungan ini disebut Elektrolisa air. Untuk mengatasinya dapat dilakukan dengan perbaikan yang bersifat sementara, perbaikan ini bersifat *preventif* yakni mengatasi hanya sesaat.

Kerusakan pipa lainnya ada yang diakibatkan oleh :

1. Kerusakan pipa dari pabrik
2. Kerusakan akibat alat sambung
3. Kualitas dari pipa itu sendiri
4. Kerusakan pada saat pelaksanaan

Untuk perbaikan yang bersifat tetap dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menelusuri kondisi yang bocor
2. Membobok sampai kondisi kerusakan diketahui
3. Memotong pipa yang bocor
4. Menyambung pipa dengan menggunakan alat sambung yang di perlukan.



Instalasi plumbing pada daerah yang rawan bocor adalah pada daerah sambungan, untuk itu setelah pemasangan atau perbaikan pada pipa harus dilakukan pengujian.

Ada 5 cara pengujian yang dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Dengan tekanan dan aliran air untuk memeriksa kebocoran pipa terutama pada daerah sambungan. Cara ini dapat dilakukan dengan mengisi instalasi dengan air kemudian diberikan tekanan sampai skala tertentu pada manometer. Jika skala pada manometer menurun maka ada bagian yang bocor, jika tetap maka instalasi baik-baik saja.
2. Pengujian dengan asap untuk memeriksa kebocoran sambungan. Cara ini dapat dilakukan dengan mengisi instalasi dengan asap kemudian kedua ujungnya ditutup dan perhatikan pada sambungan, jika asap keluar maka sambungan tersebut tidak kuat atau mengalami kebocoran.
3. Pengujian dengan cermin untuk memeriksa kelurusan dan kebersihan di dalam saluran pipa yang lurus. Cara ini dapat dilakukan dengan meletakkan 2 buah cermin pada masing-masing ujung pipa yang lurus dengan sudut  $45^{\circ}$  dan dari cermin dapat dilihat cahaya dari ujung yang lain maka akan terlihat apakah pipa tersebut lurus dan bersih.
4. Pengujian dengan *slide* (semacam plat baja yang tipis dan pada ujungnya ada semacam sikat ijuk yang fungsinya untuk memeriksa dan membersihkan bagian dalam sambungan pipa).

5. Pengujian dengan bolat karet (*plug*) untuk memeriksa kebocoran pipa.

### 2.1.5 Jenis-Jenis Pipa

Secara umum pipa yang digunakan untuk suatu instalasi harus memenuhi

3 syarat, yaitu :

1. Harus mampu mengalirkan debit air yang dibutuhkan
2. Dapat menahan gaya dalam maupun gaya luar yang bekerja pada pipa tersebut
3. Cukup tahan lama

Jika dilihat dari ketiga syarat diatas, maka jenis pipa yang digunakan untuk suatu instalasi harus di sesuaikan dengan fungsi instalasi tersebut.

Contohnya untuk pipa pembagi digunakan pipa galvanis dan lain sebagainya.

Pada pemelihan jenis pipa yang akan dipakai harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

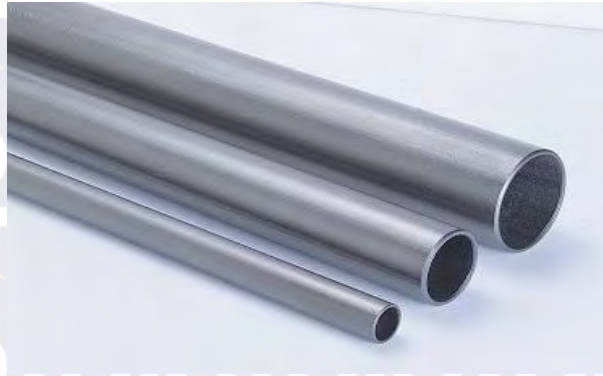
1. Ukuran harus disesuaikan dengan kebutuhan
2. Faktor ekonomis
3. Praktis dalam pemasangan
4. Praktis dalam pengangkutan

Jenis pipa yang biasa digunakan untuk plumbing adalah sebagai berikut :

1. Pipa Galvanis

Pipa galvanis merupakan jenis pipa logam yang dilapisi dengan lapisan galvanis, untuk mencegah terjadinya karatan. Jenis-jenis pipa galvanis diantaranya : pipa medium, pipa standar, dan pipa tipis

dengan panjang 6m, dengan diameter pipa galvanis :  $\frac{1}{2}$ " ,  $\frac{3}{4}$ " ,  $1\frac{1}{4}$ " ,  $1\frac{1}{2}$ " , 2" , 3" , 4" , dan 6" .



Gambar 2.4 Pipa Galvanis  
(Sumber : Pipa Galvanis dari Internet)

## 2. Pipa Besi Hitam

Pipa besi hitam merupakan jenis pipa logam dengan warna kehitaman, digunakan untuk instalasi pipa air panas, yang dapat mencegah pengaruh udara dari luar, dan menurunkan suhu panas air, maka instalasi harus dilindungi sepanjang instalasi dengan *rubber wive*. Panjang pipa besi hitam 6 meter, dengan diameter pipa besi hitam :  $\frac{1}{2}$ " ,  $\frac{3}{4}$ " ,  $1\frac{1}{4}$ " ,  $1\frac{1}{2}$ " , 2" , 3" , 4" , dan 6" .



Gambar 2.5 Pipa Besi Hitam  
(Sumber : Pipa Besi Hitam dari Internet)

### 3. Pipa Tembaga

Pipa tembaga dibagi menjadi dua bagian, yaitu jenis pipa gulungan dan jenis pipa batangan. Kegunaan pipa tembaga ini adalah untuk menginstalasi pipa gas. Panjang pipa gulungan 10 meter, seperti pipa logam lainnya, diameter pipa tembaga yang biasa digunakan adalah :  $\frac{5}{8}$ " ,  $\frac{1}{2}$ " ,  $\frac{3}{4}$ " , dan 1" .



Gambar 2.6 Pipa Tembaga  
(Sumber : Pipa Tembaga dari Internet)

### 4. Pipa PVC

Pipa PVC atau pipa Polyvinyl Chloride, UPVC atau Unpolyvinyl Chloride, panjang pipa PVC atau UPVC 4 meter, dimulai dengan diameter :  $\frac{1}{2}$ " ,  $\frac{3}{4}$ " ,  $1\frac{1}{4}$ " ,  $1\frac{1}{2}$ " , 2" ,  $2\frac{1}{2}$ " , 3" , 4" , dan 6" .



Gambar 2.7 Pipa PVC  
(Sumber : Pipa PVC yang ada di Grand Mall Batam)

### 5. Pipa Besi Tuang

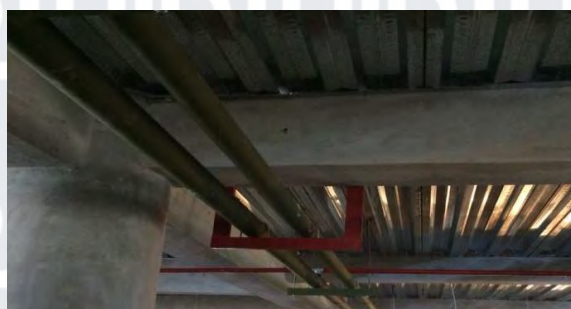
Pipa besi tuang (*cast iron*), untuk menyalurkan air kotor atau air buangan domestik dengan panjang 6 meter, dan diameter pipa besi tuang adalah : 3” sampai dengan 72”.



Gambar 2.8 Pipa Besi Tuang  
(Sumber : Pipa Besi Tuang dari Internet)

### 6. Pipa PPR

Pipa PPR atau yang disebut sebagai pipa *Poly Propylene Random* merupakan pipa steril yang terbuat dari bahan plastik polypropylene yang menahan panas dan anti bocor. Pipa ini dapat bertahan hingga 100 tahun lamanya.



Gambar 2.9 Pipa PPR  
(Sumber : Pipa PPR yang Ada di Proyek Grand Mall Batam)

#### 2.1.6 Pengenalan Alat-Alat Plumbing

Agar mendukung pekerjaan plumbing, supaya hasilnya menjadi lebih baik dan dapat memuaskan para pekerja plumbing harus mempunyai peralatan

yang cukup baik. Dan juga mengetahui fungsi dan kegunaan dari alat-alat plumbing serta mengetahui juga cara-cara penggunaan dari alat tersebut. Selain itu yang lebih penting adalah perawatan serta perbaikan peralatan demi terjaminnya kelangsungan kegiatan plumbing.

Kemampuan dan pengetahuan para pekerja plumbing sangat berkaitan dengan peralatan yang akan digunakan. Peralatan yang berkualitas baik di tangan pekerja plumbing yang berkemampuan baik akan menghasilkan kualitas kerja yang baik pula.

Secara garis besar peralatan-peralatan yang akan digunakan pada plumbing adalah sebagai berikut :

1. Alat Ukur
  - a. Roll Meter
  - b. Pita Meter
  - c. Jangka Sorong, Dalam dan Luar
  - d. Mistar Baja
  - e. Waterpass Batang dan Selang
2. Alat Pemberi Tanda
  - a. Penggores (*scribber*)
  - b. Spidol dan Kapur Tulis
3. Alat Potong
  - a. Pipa *Cutter*
  - b. Gergaji Besi
  - c. *Chain Cutter*
  - d. *Cutter* Pipa Besi dan Tembaga

- e. *Cutter* pipa PVC, Pipa Besi Tuang
- 4. Alat Pembersih *Bram*
  - a. *Borring Reamer*
  - b. Kikir Bulat
- 5. Alat Pembuat Ulir
  - a. Snei Langsung dan Tak langsung
  - b. Tap Ulir Dalam dan Luar
  - c. *Treading Mechine*
  - d. Alat pembengkok pipa tembaga
  - e. Mesin Pembengkok Pipa Logam
- 6. Alat Penggenggam dan Penjepit
  - a. Kunci Pas-Ring, Kunci Inggris, Kunci Pipa,
  - b. Ragum Pipa Rantai, Kunci Pipa Rantai, Ragum Pipa
- 7. Alat Penguji Instalasi
  - a. *Test Pump*
- 8. Alat Pendukung
  - a. Katrol Genset
  - b. *Oil Can*
  - c. Pembobok Beton

#### **2.1.7 Alat Sambung Pipa (*Fitting*)**

- 1. Socket
- 2. Elbow
- 3. Bend
- 4. Tee Stuck

5. Reducer Elbow dan Socket

6. Cross

7. Barrel Union

8. Dop (F)

9. Plug

10. Stop Kran (*Gate Valve*)

11. Kran

12. Bushies

13. Hexagonal Nipple

## 2.2 Drainase

### 2.2.1 Pengertian Umum

Drainase berasal dari kata *dry* dalam bahasa Inggris yang berarti kering.

Sedangkan pengertian umum adalah suatu sistem saluran atau pembuangan yang berfungsi sebagai pengering, pencegah terjadinya banjir, ataupun sebagai pembuangan air kotor atau limbah pabrik, rumah dan sebagainya. Tujuan utama dibuatnya sistem drainase adalah untuk memisahkan air kotor yang sudah tercemar dari air bersih yang dapat digunakan untuk kegiatan sehari-hari.

Prinsip-prinsip drainase antara lain adalah :

1. Bahan yang digunakan harus mempunyai ketahanan dan kekuatan terhadap pengaruh buruk dan baik air itu sendiri maupun lingkungan disekitarnya
2. Diameter pipa harus sesuai dengan kebutuhan



3. Pada kemiringan yang cukup ekstrim harus dibuatkan bak kontrol agar air dalam pipa tidak merusak atau memecahkan pipa saluran akibat tekanan yang tinggi.
4. Pipa saluran harus dipasang dengan lurus dan dengan jarak yang berdekatan
5. Pipa harus dipasang dengan suatu kesatuan miring, agar air mengalir dengan baik.
6. Setiap pertemuan pipa sebaiknya tidak tegak lurus, sekurang-kurangnya membentuk sudut  $45^\circ$ .

### 2.2.2 Ruang Lingkup Pekerjaan Drainase

#### 1. Pengeringan

Fungsi dari pengeringan adalah untuk mengeringkan air yang tergenang pada suatu tempat atau daerah yang bisa menyebabkan bermacam-macam masalah lingkungan sampai kesehatan.

#### 2. Pencegahan banjir

Dalam hal ini, bentuk saluran dan ukuran pipa disesuaikan dan tergantung dari :

- a. Curah Hujan
- b. Kemiringan Tanah
- c. Luas Daerah

#### 3. Pembuangan Air Kotor

Pada prinsip air kotor atau air limbah ada 3 macam, yaitu :

##### a. Limbah Cair (Air Buangan)

Limbah cair ini terbagi menjadi 2 bagian yaitu :

- Limbah air hujan

Limbah air hujan sering digunakan untuk saluran air terbuka dikarenakan curah hujan yang ada pada setiap saat tidak menentu tergantung daerahnya.

- Limbah air domestik

Limbah air domestik adalah limbah air kotor yang berasal dari WC, kamar mandi, tempat cucian dan sebagainya. Limbah air domestik ini harus menggunakan saluran tertentu karena biasa membahayakan hewan-hewan disekitarnya yang meminum air tersebut serta bisa mendatangkan bibit-bibit penyakit.

- b. Limbah padat (sampah)

- c. Limbah gas (asap, bau-bauan, dan sebagainya)

4. Penukaran Air Minum

Jenis pipa yang akan digunakan untuk saluran air minum, sebaiknya terbuat dari bahan yang anti karat dan tidak berbahaya, antara lain :

- a. Pipa tanah liat yang bagian dalamnya di glasur

- b. Pipa besi atau galvanis

- c. Pipa PVC/UPVC

- d. Pipa beton

### 2.2.3 Fungsi Drainase

1. Drainase Jalan Raya

Fungsinya adalah untuk mengalirkan air pada jalan raya

## 2. Drainase Gedung

Fungsinya adalah untuk mengalirkan genangan air pada lokasi gedung, perumahan dan sebagainya.

## 3. Drainase Pertanian

Fungsinya adalah untuk menyalurkan air dari suatu lokasi yang banyak air, ketempat lain yang membutuhkan air.

### 2.2.4 Sistem Saluran Drainase

Sistem saluran drainase dibagi menjadi beberapa sistem diantaranya :

#### 1. Sistem Terpisah

Sistem terpisah merupakan sistem saluran air kotor dan saluran air hujan yang dipisahkan dengan menggunakan saluran-saluran tertutup. Sistem ini digunakan apabila tempat atau lokasi memungkinkan, biaya ada, curah hujan cukup besar. Keuntungan dari sistem ini adalah biaya perawatannya kecil dan air yang tidak tercemar bisa dipakai lagi, sedangkan kerugiannya adalah biaya pembuatannya besar karena harus membuat 2 saluran. Contohnya air kotoran rumah tangga, industri, rumah sakit, dan air hujan yang dibuat melalui saluran-saluran sendiri.

#### 2. Sistem Gabungan (Kombinasi)

Sistem gabungan (kombinasi) merupakan sistem saluran air limbah dan saluran air hujan dipisahkan menggunakan saluran-saluran tertutup. Sistem ini digunakan apabila curah hujan kecil dan tempat tidak memungkinkan. Keuntungan menggunakan sistem ini adalah biaya pembuatannya murah dan tidak banyak memakan

tempat, sedangkan kerugiannya adalah terkadang saluran kombinasi atau gabungan ini mudah tersumbat atau mempet karena air yang dialirkan bercampur dengan kotoran-kotoran domestik.

### 2.2.5 Jenis-Jenis Saluran

Saluran jika ditinjau dari segi manfaatnya terbagi menjadi 2 bagian yaitu saluran terbuka dan saluran tertutup.

#### 1. Saluran terbuka

Saluran ini cocok untuk limbah yang tidak menimbulkan bau seperti limbah air hujan, sehingga tidak akan mencemari atau merusak lingkungan.

Keuntungan saluran terbuka adalah sebagai berikut :

- a. Relatif murah
- b. Mudah dilaksanakan
- c. Dapat dibuat cadangan untuk debit yang lebih besar
- d. Tidak dapat dipakai untuk sarang binatang

Kerugian saluran terbuka adalah sebagai berikut :

- a. Mudah kotor terutama pada pembuangan sampah
- b. Menimbulkan bau yang tidak sedap

Berdasarkan keuntungan dan kerugian saluran diatas, maka pembuatan saluran terbuka harus memenuhi ketentuan-ketentuan sebagai berikut :

- a. Letaknya mengizinkan
- b. Saluran terbuka tidak mudah dikotori manusia dan sampah

- c. Pada saat kemarau tiba saluran terbuka tidak boleh ada genangan air
- d. Saluran terbuka umumnya digunakan air hujan
- e. Saluran terbuka terletak ditepi jalan, sehingga dapat menampung air secara langsung dari tepi jalan.

Bentuk penampang saluran terbuka terdiri dari berbagai jenis bentuk yaitu sebagai berikut :

- a. Persegi panjang

Saluran drainase berbentuk empat persegi panjang tidak banyak memerlukan ruang. Sebagai konsekuensi dari saluran bentuk ini adalah saluran harus terbuat dari campuran batu dan hasil coran beton.

Kriteria penampang ekonomis

$$\text{Luas (A)} = b \cdot y$$

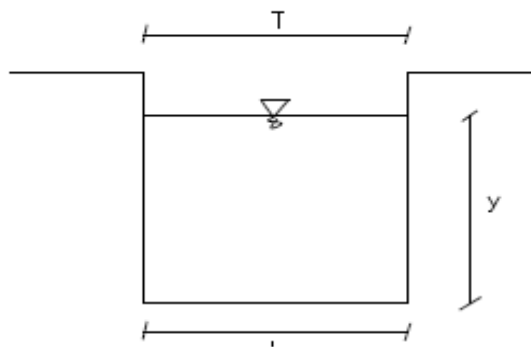
$$\text{Keliling Basah (P)} = b + 2y$$

$$\text{Jari-Jari Hidrolik (R)} = \frac{b \cdot y}{b + 2y}$$

$$\text{Lebar Puncak (T)} = b$$

$$\text{Kedalaman Hidrolik (D)} = y$$

$$\text{Faktor Penampang (Z)} = (b \cdot y)^{1,5}$$



Gambar 2.10 Saluran Bentuk Persegi  
(Sumber : <http://eprints.polsri.ac.id>)

#### b. Trapesium

Pada dasarnya saluran terbuat dari tanah akan tetapi tidak menutup kemungkinan jika dibuat dari campuran batu dan hasil coran beton. Saluran ini mendistribusikan limpasan air hujan, air rumah tangga maupun irigasi dengan debit air yang cukup besar.

#### Kriteria penampang ekonomis

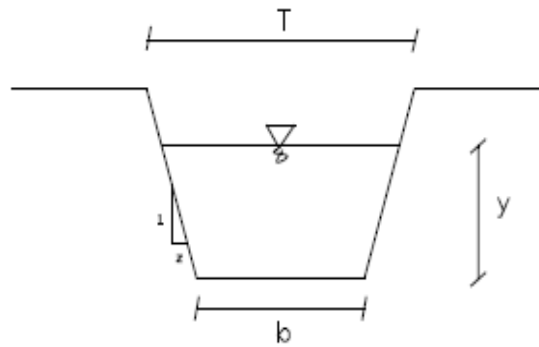
$$\text{Luas (A)} = (b + zy) \cdot y$$

$$\text{Keliling Basah (P)} = b + 2y \sqrt{1 + z^2}$$

$$\text{Jari-Jari Hidrolik} = \frac{(b+2zy)'y}{b+2zy}$$

$$\text{Lebar Puncak (T)} = b + 2zy$$

$$\text{Faktor Penampang} = \frac{(b+2zy)xy}{b+2zy}$$



Gambar 2.11 Saluran Bentuk Trapesium  
(Sumber : <http://eprints.polsri.ac.id>)

c. Segitiga

Pada dasarnya bentuk segitiga ditetapkan pada saluran awal yang sangat kecil.

Kriteria penampang ekonomis

$$\text{Luas (A)} = zy^2$$

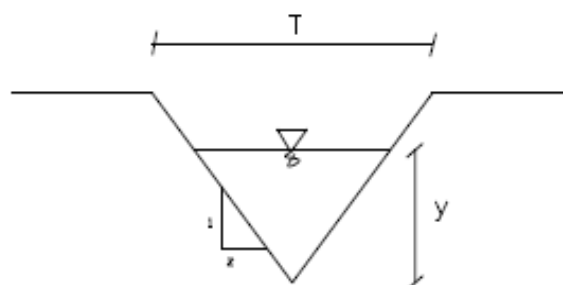
$$\text{Keliling Basah (P)} = 2y\sqrt{1+z^2}$$

$$\text{Jari-Jari Hidrolik} = \frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$$

$$\text{Lebar Puncak} = 2zy$$

$$\text{Kedalaman Hidrolik} = \frac{1}{2}y$$

$$\text{Faktor Penampang} = \frac{\sqrt{2}}{2}zy^{1,5}$$



Gambar 2.12 Gambar Saluran Segitiga  
(Sumber : <http://eprints.polsri.ac.id>)

## 2. Saluran Tertutup

Saluran tertutup dipasang dibawah atau ditepi jalan dan tidak boleh berada didalam halaman penduduk atau masyarakat. Faktor-faktor yang mempengaruhi dalamnya saluran dibawah permukaan tanah :

- a. Kemiringan saluran
- b. Tebalnya lapisan pelindung tanah, hal ini amat bergantung dari beban yang bekerja diatasnya.
- c. Keadaan air tanah

Keuntungan dari saluran tertutup ini adalah tidak mudah tercemar oleh sampah-sampah. Sedangkan kerugiannya adalah saluran ini sulit diperbaiki dan pengerjaannya pun memakan waktu yang relatif lebih lama.

Contohnya adalah saluran lingkaran. Yang pada umumnya digunakan untuk gorong-gorong dimana salurannya tertanam didalam tanah.

Kriteria penampang ekonomis :

$$\text{Luas (A)} = \frac{1}{8} (\theta - \sin \theta) D^2$$

$$\text{Keliling Basah} = \frac{1}{2} \theta \cdot D$$

$$\text{Jari-Jari Hidrolik (R)} = \frac{1}{2} \left( 1 - \frac{\sin \theta}{\theta} \right) \cdot D$$

$$\text{Lebar Puncak (T)} = 2 \sqrt{y(D - y)}$$

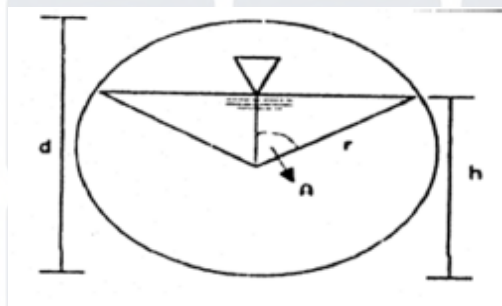
$$\text{Kedalaman Hidrolik (D)} = \frac{1}{8} \left( \frac{\theta \sin \theta}{\sin^2 \frac{\theta}{2}} \right) \cdot D$$



Faktor Penampang (Z)

$$= \frac{\sqrt{2} (\theta - \sin \theta)^{1,5}}{32 (\sin \frac{1}{2} \theta)^{0,5}} \cdot D^{2,5}$$

(Ven Te Chow, 1985)



Gambar 2.13 Saluran Bentuk Lingkaran  
(Sumber : <http://eprints.polsri.ac.id>)

### 2.2.6 Analisis Hidrologi

Untuk melakukan perencanaan drainase diperlukan penggunaan metode yang akurat. Kesalahan penggunaan metode dapat mengakibatkan hasil perhitungan tidak tepat untuk digunakan pada kondisi yang sebenarnya. Analisis hidrologi merupakan faktor yang paling berpengaruh untuk merencanakan besarnya sarana penampungan dan pengaliran. Hal ini dibutuhkan untuk mengatasi aliran permukaan yang terjadi agar tidak menimbulkan genangan nantinya. Beberapa aspek yang harus ditinjau antara lain :

#### 1. Analisis Frekuensi Data Hidrologi

Tujuan analisis frekuensi data hidrologi ialah berkaitan dengan besaran kejadian-kejadian ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi peristiwanya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Data yang diasumsikan tidak bergantung dan terdistribusi secara acak dan bersifat skotastik. (Sumber : Surpin, Dr. Ir., M.Eng, 2004)

Data yang dibutuhkan untuk menunjang teori kemungkinan ialah minimum 10 besaran hujan atau debit dengan harga tertinggi dalam setahun jelasnya diperlukan data minimum 10 tahun.

Diarena terbatasnya data debit maka perkiraan besarnya limpasan, khususnya untuk daerah aliran yang tak terlampau besarnya, dapat dihitung berdasarkan hubungan curah hujan terhadap aliran dan analisa frekuensi curah hujan. Untuk daerah yang alirannya mempunyai beberapa pos hujan, berbagai pertimbangan harus ditinjau supaya didapat harga ekstrim dari rata-rata curah hujan didalam daerah tersebut.

#### a. Distribusi Metode Gumbel

Analisis frekuensi untuk curah hujan rancangan ( $x$ ) dengan metode Gumbel, yaitu sebagai berikut :

$$X_t = \bar{x} + \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \sigma_n$$

Keterangan :

$X_t$  = Curah hujan rancangan dengan kata ulang T tahun

$\bar{x}$  = Nilai rata-rata aritmatik hujan kumulatif

$Y_t$  = *Reduced variate*, merupakan fungsi dari kata ulang

$Y_n$  = nilai yang tergantung pada "n"

$\sigma_n$  = standar deviasi yang merupakan fungsi dari "n"

#### b. Metode Log *Pearson Type III*

Parameter *statistic* yang dipakai dalam distribusi log *pearson type III* ialah sebagai berikut :

- Curah Hujan Rancangan :

$$\log X_i = \log \bar{X} + G \cdot S_d$$

- Nilai Rerata :

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

- Standar Deviasi :

$$S_d = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}}$$

- Koefisien Asimetri atau kemencengan :

$$CS = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2) \cdot S_d^3}$$

Keterangan :

Log X = Nilai logaritmik dari X dengan kata ulang T  
Tahun

Log  $\bar{x}$  = Nilai rata-rata dari Log X

Sd = Standar deviasi

G = Faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari kata  
ulang dan koefisiensi kemenangan

Cs = Koefisien kemenangan atau asimetris

### 2.2.7 Curah Hujan Regional/Wilayah

Jika dalam sebuah areal terdapat beberapa alat pencatat curah hujan, maka dapat diambil rata-rata untuk mendapatkan nilai curah hujan areal. 3 hal yang menentukan tinggi curah hujan rata-rata pada areal tertentu dari angka curah hujan pada beberapa titik pencatat. (Soemarto, C.D, 1995)

### 1. Metode Rerata Aljabar

Tinggi rata-rata curah hujan didapat dari mengambil nilai rata-rata perhitungan pengukuran hujan di stasiun curah hujan didalam areal tersebut.

$$R = \frac{1}{n} \cdot (R_A + R_B + R_C + \dots + R_n)$$

Keterangan :

R = Tinggi cyrah hujan rata-rata

$R_A, R_B, \dots, R_n$  = Tinggi curah hujan pada pos pencatat 1,2 ....., n

N = Banyaknya pos pencatat

(Soemarto C.D, 1995)

### 2. Cara Poligon Thiessen

Cara ini berdasarkan rata-rata timbang masing-masing pencatat mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan menggambarkan garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung diantara 2 buah pos pencatat.

$$R = \frac{R_A A_A + R_B A_B + R_C A_C + \dots + R_n A_n}{A_A + A_B + A_C + \dots + A_n}$$

Keterangan :

A = Luas areal

R = Tinggi curah hujan rata-rata areal

$R_A, R_B, \dots, R_n$  = Tinggi curah hujan di pos 1,2, ..., n

$A_A, A_B, \dots, A_n$  = Luas daerah pengaruh pos 1,2, ..., n

(Soemarto C.D, 1995)

### 3. Cara Isohyet

Cara ini diutamakan untuk menggambar kontur tinggi hujan yang sama (isohyet).

$$R = \frac{A_A \left[ \frac{R_A + R_B}{2} \right] + A_B \left[ \frac{R_B + R_C}{2} \right] + \dots + A_{n-1} \left[ \frac{P_{n-1} + P_n}{2} \right]}{A_A + A_B + \dots + A_{n-1}}$$

Keterangan :

A = Luas Areal

R = Tinggi curah hujan rata-rata areal

$R_A, R_B, \dots, R_n$  = Tinggi curah hujan di pos 1,2, ..., n

$A_A, A_B, \dots, A_n$  = Luas daerah pengaruh pos 1,2, ..., n

(Soemarto C.D, 1995)

#### 2.2.8 Analisis Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan ialah ketinggian curah hujan yang terjadi dalam kurun waktu dimana air berkonsentrasi. Intensitas curah hujan dinotasikan dengan huruf I dengan satuan (mm/jam), yang berarti tinggi curah hujan yang terjadi sekian mm dalam kurun waktu per jam.

Intensitas curah hujan dapat dihitung menggunakan beberapa rumus, salah satunya sebagai berikut :

##### 1. Rumus Mononobe

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$$

Keterangan :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

$R_{24}$  = Curah hujan harian maksimum (mm)

$t_c$  = Waktu konsentrasi (jam)

$$t_c = t_1 + t_2$$

$$t_1 = \left( \frac{2}{3} \cdot 3,28 \cdot L_0 \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0,167}$$

$$t_2 = \frac{L}{60V}$$

Keterangan :

$t_1$  = Waktu inlet (menit)

$t_2$  = Waktu aliran (menit)

$L_0$  = Jarak dari titik terjauh ke fasilitas drainase (m)

$L$  = Panjang saluran (m)

$nd$  = Koefisien hambatan

$s$  = Kemiringan daerah pengaliran

$v$  = Kecepatan air rata-rata saluran (m/det)

### 2.2.9 Debit Air Hujan/Limpasan

Debit air hujan ialah intensitas hujan yang jatuh di sebuah daerah aliran sungai melebihi kapasitas infiltrasi, setelah laju infiltrasi terpenuhi air akan mengisi cekungan-cekungan pada permukaan tanah. Setelah penuh, selanjutnya air akan mengalir diatas permukaan tanah. Debit air hujan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut ini :

Rumus debit limpasan :

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Keterangan :

$Q$  = Debit aliran air limpasan ( $m^3$ /detik)

$C$  = Koefisien *run off* (berdasarkan standar baku)

$I$  = Intensitas hujan (mm/jam)

$A$  = Luas daerah pengaliran (ha)

0,278 = Konstanta

### 2.2.10 Analisa Hidrolika

Jumlah debit air hujan yang ada dalam sebuah areal harus segera di alirkan supaya tidak menyebabkan adanya genangan air. Maka dari itu, diperlukan saluran yang dapat menampung dan mengalirkan air tersebut ke tempat penampungan. Penampungan dapat berbentuk seperti kolam retensi. Kapasitas pengaliran dari saluran tergantung pada bentuk, kemiringan dan kekasaran saluran. Oleh sebab itu, penentuan kapasitas tampung harus berdasarkan besarnya debit air hujan.

### 2.2.11 Dimensi Saluran

1. Hitung A desain ( $A_d$ )  $\rightarrow A_d \frac{Q}{V_{izin}}$

Tabel 2.1 Desain Saluran Berdasarkan Kecepatan Izin

No	Jenis Bahan	Vizin (m/det)
1	Pasir Halus	0,45
2	Lempung Kepasiran	0,5
3	Lahan Aluvial	0,6
4	Kerikil Halus	0,75
5	Lempung Kokoh	1,1
6	Lempung Padat	1,2
7	Batu – Batu Besar	1,5
8	Pasangan Bata	1,5
9	Beton	1,5

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan, SNI 03-3424-1994)

2. Hitung A ekonomis ( $A_e$ )  $\rightarrow$  digunakan untuk kriteria ekonomis sesuai dengan bentuk dari penampang.
3. Buat persamaan  $A_d = A_e$   
Dari persamaan dihasilkan b dan y

4. Hitung jagaan :

$$w = \sqrt{0,5 \cdot y}$$

5. Hitung kemiringan dasar saluran :

Rumus Manning :

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

Rumus Chezy :

$$V = C \cdot R^{\frac{1}{2}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

Keterangan :

n = Koefisien kekasaran saluran manning

R = Jari-jari hidrolis (m)

I = Kemiringan saluran (%)

Q = Debit maksimum (m<sup>3</sup>/det)

V = Kecepatan rata-rata aliran (m/det)

P = Keliling basah (m)

A = Luas penampang basah (m)

w = Jagaan

Tabel 2.2 Kemiringan Dinding Saluran Sesuai Bahan

No	Bahan Saluran	Kemiringan
1	Batuan / Cadas	~ 0
2	Tanah Lumpur	0,25
3	Lempung Keras / Tanah	0,5 – 1,0
4	Tanah dengan Pasangan	1
5	Batu	1,5
6	Lempung	2
7	Tanah Berpasir Lepas Lumpur Berpasir	3

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994)



Tabel 2.3 Koefisien Pengaliran atau C

	Type Daerah Aliran	Harga C
Perumputan	Tanah Pasir, Datar, 2%	0,05 – 0,10
	Tanah Pasir, rata-rata 2-7%	0,10 – 0,15
	Tanah Pasir, Curam 7%	0,15 – 0,20
	Tanah Gemuk, Datar 2%	0,13 – 0,17
	Tanah Gemuk, rata-rata 2-7%	0,18 – 0,22
	Tanah Gemuk, Curam 7%	0,25 – 0,35
Business	Daerah Kota Lama	0,75 – 0,95
	Daerah Pinggiran	0,50 – 0,70
Perumahan	Daerah “Single Family”	0,30 – 0,50
	“multi unit” terpisah-pisah	0,40 – 0,60
	“multi unit” tertutup	0,60 – 0,75
	“sub urban”	0,25 – 0,40
	Daerah Rumah-Rumah Apartemen	0,50 – 0,70
Industri	Daerah Ringan	0,50 – 0,80
	Daerah Berat	0,60 – 0,90
Pertamanan		0,10 – 0,25
Tempat Bermain		0,20 – 0,35
Halaman Kereta Api		0,20 – 0,40

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994)

### 2.2.12 Tahapan dan Urutan Pekerjaan Drainase

Tahapan atau urutan dari pekerjaan drainase adalah sebagai berikut :

1. Pemahaman Benda Kerja
  - a. Pemahaman gambar kerja
  - b. Letak lokasi saluran tersebut
  - c. Diameter pipa yang digunakan
  - d. Jenis pipa yang digunakan
  - e. Ukuran kemiringan galian atau saluran
  - f. Letak atau lokasi air akan disalurkan
  - g. Ukuran kedalaman galian
  - h. Analisa untuk kebutuhan pipa, volume galian dan bahan-bahan lainnya

## 2. Pekerjaan persiapan

- a. Hubungi badan atau instansi yang berwenang untuk perjanjian
- b. Mengecek keadaan lapangan
- c. Periksa situasi lapangan, yaitu keadaan lapangan dan keadaan jalur lalu lintas
- d. Menentukan metode kerja
- e. Menentukan tempat penimbunan bahan dan peralatan
- f. Menentukan kantor direksi untuk mengawasi pelaksanaan pekerjaan

## 3. Penandaan atau pematokan

Tujuan dari penandaan atau pematokan adalah agar supaya mudah untuk menentukan dan mengetahui lokasi yang akan dikerjakan dan diketahui oleh umum.

## 4. Pemasangan bowplank (*stake out*)

Fungsinya untuk menentukan titik awal atau datum dan juga sebagai pedoman untuk menentukan kemiringan dasar galian, ketinggian, kedlaaman, sumbu pipa dan lebar satuan. Syarat-syarat dari pemasangan bowplank adalah sebagai berikut :

- a. Konstruksi harus kokoh
- b. Tinggi permukaan bowplank 90 cm dari muka tanah
- c. Pengambilan kedataran menggunakan waterpass atau selang air

## 5. Penggalian Tanah

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada saat menggali tanah adalah sebagai berikut :

- a. Pemahaman gambar kerja secara teliti sesuai spesifikasi yang dibuat oleh perencana
- b. Hubungi atau koordinasikan dengan badan yang berwenang, minta informasi mengenai instalasi yang melewati daerah tersebut. Contohnya antara lain PDAM, pipa gas, pipa saluran pembuangan, kabel telepon dan lain-lainnya.
- c. Periksa dilapangan apakah informasi sudah sesuai dengan keadaan yang sebenarnya
- d. Buat catatan tentang kondisi lapangan dengan benar
- e. Tentukan sistem kerja yang dipakai
- f. Perkirakan tempat pemasangan bowplank
- g. Perkirakan lamanya proses pelaksanaan kerja (buat *time schedule*)

## 6. Penurapan Tanah

Penurapan adalah konstruksi sementara untuk menahan longsornya tebing galian. Penurapan itu sendiri berfungsi sebagai :

- a. Melindungi para pekerja yang sedang bekerja di dalam galian
- b. Menjaga agar lubang galian tetap terbuka, tidak longsor walaupun mendapat beban ekstra

Hal-hal yang harus diperhatikan atau dipertimbangkan saat menentukan pemakaian turapa adalah sebagai berikut :

- a. Lokasi galian
- b. Keadaan tanah
- c. Kedalaman galian
- d. Beban ekstra disekitar area galian (gedung dan jalan raya)
- e. Diameter pipa yang akan dipasang
- f. Panjang pipa
- g. Ukuran bahan turap
- h. Ruang kerja yang dibutuhkan
- i. Lamanya proses pelaksanaan pekerjaan
- j. Keadaan cuaca dia daerah setempat

Tipe-tipe turap adalah sebagai berikut :

- a. Tipe tertutup

Tipe ini digunakan untuk tanah yang lunak, gembur, tanah berpasir ataupun tanah labil.

- b. Tipe terbuka

Tipe ini digunakan untuk tanah yang cenderung padat dan tanah yang stabil

#### 7. Pemasangan pipa

Syarat-syarat dari pemasangan pipa adalah sebagai berikut :

- a. Pipa harus diletakkan diatas bahan pendukung yang stabil
- b. Galian harus bersih dari batuan dan kotoran
- c. Pipa yang akan dipasang dalam keadaan bersih dan tidak retak
- d. Seluruh badan pipa terletak diatas bahan pendukung

Penyambungan pipa tanah liat yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Penyambungan spigot dan socket dengan mortal atau adukan
- b. Penyambungan spigot dan socket dengan *rubber ring*

Penyambungan pipa besi tuang yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Sambungan mekanis (menggunakan mur, baut dan *seal*)
- b. Sambungan *exopy resin joint*
- c. Sambungan dengan timah hitam (*lead caulked joint*)
- d. Sambungan dengan ulir

Penyambungan pipa plastic (PVC) yang digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Sambungan menggunakan lem
- b. Sambungan menggunakan cincin karet

Penyambungan pipa asbes yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Sambungan menggunakan socket
- b. Sambungan sambungan cincin karet

#### 8. Pembuatan Bak-Bak kontrol atau Lubang Inspeksi

Fungsi dari bak kontrol atau lubang inspeksi ini adalah sebagai berikut :

- a. Tempat pengetesan kebocoran pipa
- b. Tempat melakukan perbaikan akibat tersumbat dan juga faktor lainnya

- c. Tempat mengeluarkan sampah

Tempat pemasangan dari bak-bak kontrol atau lubang inspeksi adalah sebagai berikut :

- a. Setiap perubahan arah pipa saluran
- b. Setiap pertemuan pipa saluran
- c. Setiap maksimum 30 meter pada saluran yang lurus
- d. Setiap perubahan kemiringan saluran

Macam-macam bak kontrol atau lubang inspeksi adalah sebagai berikut :

- a. Bak kontrol
- b. Bak pengedap lumpur
- c. Bak penampung air hujan
- d. Bak pengumpul pasir
- e. Bak peresapan
- f. Bak pemisah minyak
- g. *Septic tank*

#### 9. Pengujian Saluran Pipa

Macam-macam pengujian untuk pipa saluran adalah sebagai berikut:

- a. Dengan tekanan dan aliran air, untuk memeriksa kebocoran dan kemiringan pipa saluran
- b. Dengan asap, untuk memeriksa kebocoran sambungan pipa
- c. Dengan cermin, untuk memeriksa kelurusan dan kebersihan bagian dalam saluran

- d. Dengan *slide* (plat baja tipis yang dilengkapi dengan ijuk pada ujungnya), untuk memeriksa dan membersihkan kebocoran pipa saluran.

#### 10. Pengurugan Tanah

Pengurugan tanah dilakukan untuk mengembalikan keadaan lingkungan tanah kembali seperti semula lagi.

### 2.2.13 Pengenalan Alat-Alat Drainase

Pekerjaan drainase dapat di dukung dengan penggunaan peralatan yang baik dan benar, agar hasilnya menjadi lebih baik dan lebih memuaskan.

Pengenalan alat-alat bertujuan unuk mengetahui fungsi dan kegunaan dari alat-alat serta mengetahui juga cara-cara penggunaan dari alat-alat tersebut. Disamping itu

yang tidak kalah penting adalah perawatan dan perbaikan peralatan demi terjaminnya kelangsungan kegiatan drainase ini. Secara garis besar peralatan-peralatan yang digunakan pada praktek drainase adalah sebagai berikut :

1. Sekop
2. Bonning Road
3. Cangkul
4. Palu cakar
5. Martil Besar
6. Seblang
7. Roll Meter
8. Pita Meter
9. Sekop Garpu
10. Unting-Unting

11. Waterpass Batang dan Selang
12. Golok
13. *Forklift*
14. Siku Baja
15. Pensil

### 2.3 Peralatan keselamatan Kerja

Teori yang digunakan dalam kerja bengkel adalah teori keselamatan kerja. Pengertian dari keselamatan kerja itu sendiri adalah tata cara bagaimana kita dapat menjaga keselamatan kerja diri maupun berkelompok pada saat melaksanakan kerja perlengkapan yang dapat digunakan untuk melindungi diri pada saat bekerja antara lain adalah sebagai berikut :

1. Safety Helmet

Safety helmet berguna untuk melindungi kepala dari benda yang bisa saja mengenai kepala secara langsung

2. Safety Shoes

Safety shoes berguna untuk mencegah kecelakaan fatal yang bisa saja menimpa kaki karena benda berat, benda tajam, benda panas, serta cairan kimia dan lain-lain.

3. Sepatu Boot

Sepatu karet (sepatu boot) ialah sepatu yang didesain khusus bagi para pekerja yang berada di areal basah (becek ataupun berlumpur). Kebanyakan sepatu karet di lapisi dengan metal yang berguna untuk melindungi kaki dari benda berat, benda tajam, benda panas, cairan kimia dan lain-lain.



#### 4. Sarung Tangan

Berguna untuk melindungi tangan pada saat bekerja di areal atau situasi yang dapat mengakibatkan cedera tangan. Bahan dan bentuk sarung tangan disesuaikan pada fungsi masing-masing pekerjaan yang dilakukan.

#### 5. Masker (Respirator)

Berguna untuk menyaring udara yang dihirup ditengah-tengah pekerjaan pada tempat atau areal dengan kualitas udara yang kurang baik (misalnya berdebu dan beracun).

#### 6. Pelindung Mata

Berguna untuk melindungi mata ditengah-tengah pekerjaan (misalnya saat mengelas).

#### 7. Penutup Telinga (*Ear Plug*)

Berguna untuk melindungi telinga ditengah-tengah pekerjaan pada tempat yang ribut.

#### 8. Baju Praktek

Pakaian yang digunakan agar badan terlindung dari kotoran-kotoran saat sedang bekerja.