

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Drainase

Drainase merupakan salah satu komponen infrastruktur penting dalam suatu wilayah permukiman, karena berfungsi mengatur, mengalirkan, serta mengendalikan kelebihan air di permukaan tanah agar tidak menimbulkan genangan maupun banjir. Secara etimologis, kata *drainage* berasal dari bahasa Inggris yang berarti mengalirkan atau membuang air. Menurut Arisma (2022), drainase adalah serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan sehingga kondisi lahan dapat difungsikan secara optimal. Sementara menurut Badzlina (2019), drainase adalah suatu upaya teknis yang dilakukan untuk menurunkan kadar air tanah maupun permukaan agar sesuai dengan kebutuhan tata guna lahan.

Drainase memiliki pengertian yang lebih spesifik, yaitu sistem saluran yang dirancang untuk menyalurkan air hujan dan air buangan domestik agar tidak menimbulkan genangan di lingkungan tempat tinggal masyarakat. Sistem ini meliputi berbagai komponen, baik alami seperti sungai kecil dan parit, maupun buatan seperti saluran beton, gorong-gorong, hingga sumur resapan. Hal ini sejalan dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan yang menyatakan bahwa drainase adalah prasarana untuk mengalirkan air berlebih dari suatu kawasan, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun sumber air lainnya, agar tidak mengganggu fungsi kawasan tersebut.

Drainase tidak hanya dipahami sebagai saluran pembuangan air, tetapi juga sebagai sistem pengendalian tata air permukaan yang berperan menjaga keseimbangan lingkungan. Apabila sistem drainase tidak berfungsi dengan baik, maka akan menimbulkan berbagai permasalahan seperti banjir lokal, kerusakan

jalan, terganggunya aktivitas masyarakat, hingga timbulnya penyakit akibat lingkungan yang tidak sehat. Oleh karena itu, perencanaan sistem drainase yang baik menjadi salah satu kunci dalam pembangunan permukiman yang berkelanjutan.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pengertian drainase mencakup segala bentuk usaha teknis yang dilakukan untuk mengendalikan, mengatur, dan membuang kelebihan air dari suatu kawasan agar kawasan tersebut dapat difungsikan secara optimal sesuai peruntukannya.

2.2 Fungsi dan Tujuan Drainase

2.2.1 Fungsi Drainase

Drainase memiliki peran yang sangat vital dalam menunjang kehidupan masyarakat, terutama di wilayah permukiman. Pada dasarnya, fungsi utama drainase adalah untuk mengalirkan dan mengendalikan kelebihan air dari suatu kawasan agar tidak menimbulkan gangguan terhadap aktivitas manusia maupun kerusakan pada lingkungan. Menurut Badzlina (2019), fungsi drainase tidak hanya sebatas mengalirkan air hujan, tetapi juga sebagai sarana untuk menciptakan kondisi lingkungan yang sehat, aman, dan nyaman bagi masyarakat. Secara umum, fungsi drainase dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Mengendalikan kelebihan air permukaan adalah drainase berfungsi untuk mengalirkan air hujan yang jatuh di permukaan tanah agar tidak menimbulkan genangan yang berlebihan.
2. Mencegah kerusakan infrastruktur adalah genangan atau banjir lokal sering menyebabkan kerusakan pada jalan, permukiman, dan fasilitas umum lainnya. Dengan adanya sistem drainase yang baik, risiko kerusakan tersebut dapat diminimalkan.
3. Meningkatkan kesehatan lingkungan adalah genangan air yang terjadi akibat sistem drainase yang buruk dapat menjadi tempat berkembangnya berbagai

vektor penyakit, seperti nyamuk penyebab demam berdarah. Fungsi drainase di sini adalah menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan sehat.

4. Mendukung tata ruang wilayah adalah drainase juga berfungsi untuk menyesuaikan kondisi tata air dengan kebutuhan tata guna lahan di suatu kawasan, sehingga pemanfaatan lahan dapat berjalan secara optimal.
5. Melestarikan lingkungan adalah drainase yang direncanakan dengan baik dapat mencegah erosi, sedimentasi, maupun pencemaran, sehingga kualitas lingkungan tetap terjaga.

2.2.2 Tujuan Drainase

Tujuan utama pembangunan drainase adalah untuk mewujudkan lingkungan permukiman yang bebas genangan, sehat, dan berkelanjutan. Secara lebih rinci, tujuan drainase dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Mengurangi dan mencegah terjadinya genangan serta banjir lokal di kawasan permukiman.
2. Mengatur tata air permukaan agar sesuai dengan kebutuhan tata guna lahan.
3. Menunjang pembangunan infrastruktur permukiman yang berwawasan lingkungan.
4. Menciptakan lingkungan tempat tinggal yang lebih nyaman, produktif, dan sehat bagi masyarakat.
5. Meningkatkan kualitas hidup masyarakat melalui pengendalian air yang lebih baik.

1.3 Perkiraan Jumlah Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk digunakan sebagai dasar untuk menghitung tingkat kebutuhan air bersih pada tahun yang ditentukan (Napan, 2025). Proyeksi kebutuhan air bersih dapat ditentukan dengan memperhatikan pertumbuhan penduduk untuk diproyeksikan terhadap kebutuhan air bersih sampai dengan lima puluh tahun mendatang atau tergantung dari proyeksi yang dikehendaki.

Drainase memiliki beragam jenis yang dibedakan berdasarkan fungsi, bentuk, maupun konstruksinya. Pemahaman mengenai jenis-jenis drainase penting untuk menentukan sistem yang sesuai dengan kondisi wilayah, tata guna lahan, serta kebutuhan masyarakat. Menurut Caesarina (2019) dan Badzlina (2019), sistem drainase dapat dikelompokkan ke dalam beberapa kategori sebagai berikut:

1. Berdasarkan Sifat Alaminya

a. Drainase Alami

Merupakan sistem drainase yang terbentuk secara alami tanpa campur tangan manusia, seperti sungai, parit alami, dan rawa. Drainase ini biasanya sudah mengikuti pola topografi wilayah dan berfungsi menyalurkan air dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah.

b. Drainase Buatan

Merupakan drainase yang dirancang dan dibangun oleh manusia dengan menggunakan material tertentu, misalnya saluran beton, gorong-gorong, atau saluran pasangan batu. Drainase buatan sangat diperlukan terutama di kawasan permukiman padat, karena drainase alami tidak cukup untuk mengendalikan air hujan dengan cepat.

2. Berdasarkan Letak Saluran

a. Drainase Terbuka

Adalah saluran yang berbentuk terbuka di permukaan tanah, sehingga aliran air dapat terlihat langsung. Saluran terbuka umumnya dibuat dari tanah, pasangan batu, atau beton. Kelebihannya adalah biaya pembangunan relatif lebih murah dan mudah dalam perawatan, namun kelemahannya rentan terhadap pencemaran sampah serta dapat menimbulkan bau tidak sedap.

b. Drainase Tertutup

Adalah saluran yang dialirkan melalui pipa atau gorong-gorong di bawah tanah. Sistem ini lebih rapi dan tidak mengganggu estetika lingkungan, serta lebih aman dari pencemaran sampah. Namun, drainase tertutup membutuhkan biaya pembangunan dan pemeliharaan yang lebih tinggi, serta membutuhkan akses khusus untuk perawatan.

3. Berdasarkan Fungsinya

a. Drainase Permukaan (*Surface Drainage*)

Digunakan untuk mengalirkan air hujan yang jatuh di permukaan tanah agar tidak terjadi genangan. Drainase ini umum ditemukan di jalan, kawasan permukiman, serta lahan pertanian.

b. Drainase Bawah Tanah (*Subsurface Drainage*)

Digunakan untuk mengurangi kadar air tanah yang terlalu tinggi, biasanya dengan pipa bawah tanah atau sistem resapan. Sistem ini lebih banyak diterapkan di kawasan pertanian atau wilayah dengan tanah yang mudah jenuh air.

4. Berdasarkan arah pembuangan

a. *Single Purpose Drainage* (Drainase Tunggal)

Sistem drainase yang hanya digunakan untuk mengalirkan satu jenis air, misalnya khusus air hujan saja.

b. *Dual Purpose Drainage* (Drainase Ganda)

Sistem ndrainase yang berfungsi mengalirkan lebih dari satu jenis air, misalnya air hujan sekaligus air limbah domestik.

2.4 Perencanaan Sistem Drainase Permukiman

Perencanaan sistem drainase merupakan salah satu komponen penting dalam pembangunan infrastruktur kawasan permukiman karena berfungsi untuk mengendalikan kelebihan air hujan, mengurangi potensi banjir lokal, serta menciptakan lingkungan yang sehat, aman, dan nyaman bagi masyarakat. Perencanaan drainase tidak hanya sebatas menentukan ukuran saluran, tetapi

juga mencakup kajian menyeluruh terhadap kondisi eksisting wilayah, analisis hidrologi dan hidrolika, penentuan tata letak jaringan, hingga perkiraan biaya pembangunan. Perencanaan yang baik akan mampu menyalurkan debit air hujan sesuai kapasitas saluran, sehingga genangan dapat diminimalkan, sedangkan perencanaan yang kurang tepat dapat menyebabkan sistem drainase cepat rusak dan tidak berfungsi optimal.

Aspek yang paling mendasar adalah kesesuaian dengan kondisi fisik wilayah dan tata guna lahan. Setiap jenis lahan, seperti kawasan permukiman padat, area perkantoran, maupun lahan terbuka hijau memiliki karakteristik limpasan air hujan yang berbeda sehingga perencana harus menyesuaikan dimensi saluran berdasarkan debit rencana yang diperoleh dari analisis hidrologi. Selain itu, kontinuitas jaringan menjadi faktor penting agar aliran air dapat mengalir dari hulu ke hilir secara lancar tanpa hambatan serta memiliki outlet yang jelas menuju sungai, saluran kota, atau badan air penerima lainnya. Saluran yang direncanakan juga harus mempertimbangkan aspek pemeliharaan sehingga mudah dibersihkan dan diperbaiki serta tidak menimbulkan masalah baru seperti pencemaran maupun bau tidak sedap.

Perencanaan drainase permukiman juga erat kaitannya dengan regulasi dan standar teknis yang berlaku. Standar Nasional Indonesia (SNI 03-3424-1994) tentang tata cara perencanaan drainase perkotaan memberikan pedoman dalam penentuan kapasitas, dimensi, dan tata letak saluran, sementara Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 menegaskan bahwa sistem drainase harus dirancang secara terpadu dengan mempertimbangkan aspek teknis, sosial, ekonomi, dan lingkungan. Dengan demikian, perencanaan drainase tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga memperhatikan keberlanjutan dan estetika kawasan permukiman agar tercipta lingkungan yang sehat sekaligus nyaman untuk dihuni.

Perencanaan sistem drainase permukiman di Jalan Tanete, Kelurahan Rantepaku dilakukan dengan tujuan untuk mengatasi permasalahan genangan air

yang kerap terjadi ketika hujan deras. Perencanaan ini difokuskan pada penentuan dimensi saluran yang sesuai dengan debit rencana, penyusunan tata letak jaringan drainase yang efektif, serta penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dapat memberikan gambaran kebutuhan pembangunan. Dengan adanya perencanaan yang tepat, diharapkan sistem drainase di kawasan ini mampu berfungsi optimal, mengurangi risiko genangan, serta meningkatkan kualitas lingkungan hidup masyarakat sekitar.

2.5 Perhitungan Debit Rencana

Perhitungan debit rencana merupakan tahapan yang sangat penting dalam perencanaan sistem drainase karena menjadi dasar dalam menentukan dimensi saluran yang sesuai. Debit rencana menggambarkan besarnya aliran air hujan yang harus dialirkan oleh saluran drainase pada kondisi tertentu agar genangan tidak terjadi. Besarnya debit dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain intensitas hujan, luas daerah tangkapan air (*catchment area*), koefisien limpasan permukaan, serta waktu konsentrasi aliran. Dengan memperhitungkan debit rencana secara tepat, sistem drainase yang dibangun dapat bekerja secara optimal dalam menyalurkan air hujan sesuai kapasitas yang dirancang.

Perhitungan debit rencana sering menggunakan metode rasional yang dinyatakan dengan persamaan:

$$Q = \frac{C \times A \times I}{3,6}$$

dengan keterangan:

- Q = debit rencana (m³/detik)
- C = koefisien limpasan permukaan
- I = intensitas hujan (mm/jam)
- A = luas daerah tangkapan (ha)
- Faktor 3,6 digunakan untuk konversi satuan dari mm·ha/jam menjadi m³/detik.

Koefisien limpasan (C) biasanya bervariasi tergantung jenis permukaan lahan. Kawasan permukiman padat memiliki nilai koefisien lebih tinggi dibandingkan lahan terbuka karena air hujan lebih cepat mengalir di permukaan yang kedap air. Intensitas hujan (I) diperoleh dari data curah hujan maksimum harian yang dianalisis dengan metode distribusi probabilitas, seperti Gumbel, Log Pearson, atau Normal, kemudian dihitung berdasarkan periode ulang tertentu, misalnya 2 tahun, 5 tahun, atau 10 tahun sesuai dengan standar perencanaan drainase perkotaan.

Waktu konsentrasi (*time of concentration*) menjadi salah satu variabel penting yang mempengaruhi intensitas hujan yang digunakan dalam perhitungan. Waktu konsentrasi adalah waktu yang dibutuhkan oleh air hujan untuk mengalir dari titik terjauh daerah tangkapan hingga mencapai outlet saluran. Semakin lama waktu konsentrasi, maka intensitas hujan yang digunakan dalam perhitungan cenderung lebih kecil karena distribusi curah hujan menyebar dalam durasi yang lebih panjang. Perhitungan waktu konsentrasi biasanya menggunakan rumus empiris berdasarkan panjang dan kemiringan alur aliran, kecepatan air, serta kondisi permukaan lahan.

2.6 Perencanaan Dimensi Saluran Drainase

Perencanaan dimensi saluran drainase merupakan tahap lanjutan setelah perhitungan debit rencana, karena dimensi saluran harus mampu menyalurkan aliran air hujan sesuai kapasitas debit yang telah dihitung. Penentuan dimensi saluran meliputi lebar dasar, kedalaman, dan kemiringan alur, sehingga aliran air tetap stabil, tidak meluap, dan memiliki kecepatan yang aman terhadap erosi dasar maupun tebing saluran. Dimensi saluran dipengaruhi oleh debit rencana (Q), bentuk penampang saluran, kemiringan saluran, serta sifat aliran, apakah bersifat laminar atau turbulen. Dalam perencanaan drainase perkotaan, saluran biasanya direncanakan dengan penampang trapezoidal atau persegi panjang, tergantung kondisi lahan dan kebutuhan kapasitas aliran.

Perhitungan dimensi saluran umumnya menggunakan persamaan Manning, yang dinyatakan sebagai berikut:

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} A$$

Keterangan:

- Q = debit rencana (m³/detik)
- R = jari-jari hidrolis (m), yaitu perbandingan luas penampang terhadap keliling basah saluran
- S = kemiringan saluran (m/m)
- n = koefisien kekasaran Manning, yang bergantung pada material saluran (misal beton, tanah, atau batu)
- A = Luas penampang (A)

Luas penampang (A) dan jari-jari hidrolis (R) dihitung sesuai bentuk saluran yang dipilih. Untuk saluran trapezoidal, luas penampang dan keliling basah dapat dihitung dengan:

$$A = b \cdot h$$

$$P = b + 2h$$

$$R = \frac{bh}{b + 2h}$$

keterangan:

- b = lebar dasar saluran (m)
- h = tinggi atau kedalaman aliran (m)
- P = panjang garis yang bersentuhan langsung dengan air, yang memengaruhi hambatan aliran.
- R = rasio antara luas aliran dan keliling basah.

Proses perencanaan dimensi saluran dimulai dengan menetapkan debit rencana dari perhitungan sebelumnya, kemudian memilih bentuk dan kemiringan saluran yang sesuai kondisi topografi. Selanjutnya, digunakan persamaan Manning

untuk menentukan kombinasi kedalaman dan lebar saluran yang mampu menampung debit dengan kecepatan aliran yang aman, sehingga tidak menimbulkan erosi maupun genangan.

2.7 Rencana Anggaran Biaya (RAB) Drainase

Rencana Anggaran Biaya (RAB) drainase merupakan tahap penting dalam perencanaan sistem drainase karena berfungsi sebagai acuan dalam menentukan kebutuhan dana untuk pembangunan saluran dan fasilitas pendukungnya. Penyusunan RAB harus didasarkan pada desain teknis yang telah ditetapkan, termasuk dimensi saluran, jenis material, kemiringan alur, serta perlengkapan tambahan seperti penutup saluran atau perkuatan tebing. Konsep dasar RAB adalah menghitung secara rinci setiap item pekerjaan, mengestimasi volume pekerjaan, dan mengalikannya dengan harga satuan masing-masing komponen, sehingga diperoleh total biaya pembangunan yang realistis dan dapat dipertanggungjawabkan.

Komponen biaya utama dalam pembangunan saluran drainase meliputi beberapa aspek. Pertama, biaya material, yang mencakup beton, batu kali, besi, pasir, dan bahan lainnya sesuai spesifikasi saluran. Kedua, biaya tenaga kerja, yaitu upah pekerja untuk pekerjaan galian, pemasangan saluran, pengecoran, dan finishing. Ketiga, biaya alat dan peralatan, termasuk sewa atau penggunaan mesin penggali, mixer beton, pompa, serta alat pengaman kerja. Keempat, biaya tak terduga atau cadangan, yang umumnya dihitung sebagai persentase tertentu dari total biaya untuk mengantisipasi perubahan harga atau kondisi lapangan yang tidak terduga.

Perhitungan RAB biasanya dilakukan berdasarkan volume pekerjaan yang dihitung dari desain saluran. Misalnya, untuk saluran trapezoidal, volume pekerjaan galian dihitung dari luas penampang dikalikan panjang saluran, sedangkan volume beton untuk dasar dan dinding saluran dihitung berdasarkan ketebalan dan panjang saluran. Setelah volume diperoleh, masing-masing item dikalikan dengan

harga satuan material dan tenaga kerja, sehingga diperoleh estimasi biaya per item. Selanjutnya, seluruh biaya dijumlahkan untuk memperoleh total RAB, yang menjadi dasar penganggaran proyek.

Pentingnya perhitungan biaya dalam perencanaan drainase tidak hanya untuk memastikan proyek dapat dilaksanakan sesuai anggaran, tetapi juga untuk mendukung pengambilan keputusan terkait efisiensi penggunaan sumber daya, pemilihan material, dan skala prioritas pekerjaan. Dengan RAB yang terperinci dan realistis, perencanaan drainase dapat berjalan secara terkontrol, mengurangi risiko pembengkakan biaya, serta memastikan kualitas dan fungsi saluran sesuai dengan kapasitas yang direncanakan.