

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Drainase

Drainase adalah lengkungan atau saluran air di permukaan atau di bawah tanah, baik yang terbentuk secara alami maupun dibuat manusia. Dalam bahasa Indonesia, drainase bisa merujuk pada parit di permukaan tanah atau gorong-gorong di bawah tanah. Drainase berperan penting untuk mengatur suplai air demi pencegahan banjir.

Drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan sanitasi. (Suripin, 2004)

Jenis-jenis drainase dibedakan berdasarkan:

- a. Menurut Sejarah Terbentuknya
 1. Drainase Alamiah (*Natural Drainase*)

Drainase yang terbentuk secara alami dan tidak terdapat bangunan-bangunan penunjang seperti bangunan pelimpah, pasangan batu/beton, gorong-gorong dan lain-lain. Saluran ini terbentuk oleh gerusan air yang

bergerak karena grafitasi yang lambat laun membentuk jalan air yang permanen seperti sungai.

2. Drainase Buatan (*Artificial Drainage*)

Drainase yang dibuat dengan maksud dan tujuan tertentu sehingga memerlukan bangunan-bangunan khusus seperti selokan pasangan batu/beton, gorong-gorong, pipa-pipa dan sebagainya.

b. Menurut Letak Bangunan

1. Drainase Permukaan Tanah (*Surface Drainage*)

Saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan. Analisis alirannya merupakan analisa open chanel flow.

2. Drainase Bawah Permukaan Tanah (*Subsurface Drainage*)

Saluran drainase yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media dibawah permukaan tanah (pipa-pipa), dikarenakan alasan-alasan tertentu. Alasan itu antara lain Tuntutan artistik, tuntutan fungsi permukaan tanah yang tidak membolehkan adanya saluran di permukaan tanah seperti lapangan sepak bola, lapangan terbang, taman dan lain-lain.

c. Menurut Fungsi

1. *Single Purpose*

Saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan, misalnya air hujan saja atau jenis air buangan yang lainnya seperti limbah domestik, air limbah industri dan lain-lain.

2. *Multi Purpose*

Saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan baik secara bercampur maupun bergantian.

d. Menurut Konstruksi

1. Saluran Terbuka

Saluran yang lebih cocok untuk drainase air hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan yang cukup, ataupun untuk drainase air non-hujan yang tidak membahayakan kesehatan/mengganggu lingkungan.

2. Saluran Tertutup

Saluran yang pada umumnya sering dipakai untuk aliran kotor (air yang mengganggu kesehatan/lingkungan) atau untuk saluran yang terletak di kota/permukiman.

3.2. Drainase Perkotaan

Drainase perkotaan adalah sistem drainase dalam wilayah administrasi kota dan daerah perkotaan (urban) yang berfungsi untuk mengendalikan atau meringankan kelebihan air permukaan didaerah pemukiman yang berasal dari hujan lokal, sehingga tidak mengganggu masyarakat dan dapat memberikan manfaat bagi kehidupan manusia.

Teknik yang ada dalam sistem drainase ini adalah dengan pemasangan pipa yang digunakan untuk mengairi dan mengalirkan air bersih dari satu sumber menuju ke berbagai tempat tujuan. Selain air bersih, drainase ini juga mengalirkan air limbah menuju ke tempat pembuangan yang tepat sesuai dengan fungsinya.

Di daerah pedesaan maupun daerah yang belum berkembang, drainase biasanya dapat terbentuk secara alamiah sebagai bagian dari siklus hidrologi. Drainase alami ini terus berubah secara konstan sesuai dengan keadaan fisik lingkungan sekitar. Sedangkan di daerah perkotaan, drainase dibuat untuk mengalirkan air yang berasal dari hujan maupun air buangan agar tidak terjadi genangan yang berlebihan pada suatu kawasan tertentu. Drainase yang ada di perkotaan ini saling terkait dalam suatu jaringan drainase dan membentuk satu sistem drainase perkotaan. Hal ini dikarenakan suatu kota terbagi-bagi menjadi beberapa kawasan yang saling berhubungan.

Banyak faktor yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan sistem drainase. Perencanaan tidak hanya disesuaikan dengan kondisi sekarang namun juga kondisi yang akan datang. Dalam perencanaan drainase perkotaan tentu saja tidak lepas dari berbagai masalah. Meskipun sistem jaringan drainase di perkotaan direncanakan berdasar ilmu drainase, namun permasalahan di kawasan perkotaan tidak bisa dihindari.

Berikut beberapa permasalahan sistem drainase perkotaan yang kerap dihadapi:

1. Peningkatan debit

Perubahan tata guna lahan yang selalu terjadi akibat perkembangan kota dapat mengakibatkan peningkatan aliran permukaan dan debit banjir. Manajemen sampah yang kurang baik memberi kontribusi percepatan pendangkalan saluran drainase dan sungai. Kapasitas sungai dan saluran drainase menjadi berkurang,

sehingga tidak mampu menampung debit yang terjadi, air meluap dan terjadi genangan. (Suripin 2004)

2. Peningkatan jumlah penduduk

Meningkatnya jumlah penduduk perkotaan yang sangat cepat, merupakan akibat dari pertumbuhan maupun urbanisasi. Peningkatan jumlah penduduk selalu diikuti oleh penambahan infrastruktur perkotaan, disamping itu peningkatan penduduk juga selalu diikuti oleh peningkatan limbah, baik cair maupun padat. (Suripin 2004)

3. Amblesan tanah

Amblesan tanah terjadi akibat pengambilan air tanah yang berlebihan, mengakibatkan beberapa bagian kota berada di bawah muka air laut pasang. Akibatnya sistem drainase gravitasi terganggu dan tidak dapat bekerja tanpa pompa. (Suripin 2004)

4. Penyempitan dan pandangan saluran

Penyempitan saluran drainase dipengaruhi oleh faktor peningkatan jumlah penduduk (Suryokusumo 2008). Peningkatan jumlah penduduk yang sangat pesat mengakibatkan berkurangnya lahan untuk saluran drainase. Banyak pemukiman yang didirikan di atas saluran drainase sehingga aliran drainase menjadi tersumbat. Sampah penduduk pun juga tidak jarang dijumpai di aliran drainase, terutama di perkotaan. Hal ini karena kesadaran penduduk yang rendah terhadap kebersihan lingkungannya.

5. Limbah sampah dan pasang surut

Saluran drainase di perkotaan kadang memiliki fungsi ganda, yaitu sebagai saluran drainase itu sendiri dan sebagai saluran irigasi, yang pada akhirnya akan menimbulkan masalah tersendiri. Hal lain yang juga sering menjadi permasalahan pengelolaan infrastruktur ini adalah berkaitan dengan perbedaan sistem, dimensi, dan konstruksi drainase.

3.3. Low Impact Development

Pengelolaan air hujan secara lokal yang ramah lingkungan dikenal dengan teknik "*Low Impact Development*" (LID). Konsep pengelolaan air hujan dengan teknik ini adalah pengelolaan air hujan dengan skala mikro yang dilakukan dilokasi atau di sekitar daerah tangkapan air hujan.

Teknologi LID diharapkan mampu untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan akibat pengembangan suatu daerah dengan mencapai keseimbangan antara konservasi, perkembangan, proteksi ekosistem dan kualitas hidup. Saat ini teknologi LID dimanfaatkan untuk mengontrol polusi air limpasan permukaan, mengurangi volumenya, memperpanjang waktu pengaliran, dan menyelesaikan masalah-masalah yang berkaitan dengan ekologi. Konservasi dan peran serta masyarakat untuk menenggulangi daya rusak air (yang termasuk pilar-pilar UU No.7 Tahun 2004) merupakan elemen kunci dari LID.

Elemen utama yang harus diperhatikan adalah meminimumkan limpasan permukaan dengan mengurangi perubahan lahan menjadi lahan kedap air. Selain itu perlu pula memperbanyak tumbuh-tumbuhan penutup tanah seperti lahan

yang tertutup rumput dan tanam-tanaman. Memperlama waktu konsentrasi (t_c) dengan memperpanjang jalur aliran, meningkatkan kekasaran dengan mengurangi penggunaan saluran pasangan atau pipa, melakukan konservasi dari sistim drainasi alam sehingga dapat menurunkan puncak banjir. Tampungan air yang permanent atau sementara sangat diperlukan untuk mengontrol volume dan puncak banjir, serta kualitas air limpasan.

Terdapat beberapa tipe LID yang dapat diterapkan, antara lain:

- a. *Green roof*
- b. *Rain garden*
- c. *Rain barrel*
- d. *Bio retention*
- e. *Infiltration trench*
- f. *Permeable pavement*
- g. *Vegetative swale*

Teknologi LID diharapkan mampu untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan akibat pengembangan suatu daerah dengan mencapai keseimbangan antara konservasi, perkembangan, proteksi ekosistem dan kualitas hidup.

3.4. Aliran

Secara garis besar jenis aliran dapat dibedakan atau dikelompokkan sebagai berikut (Olson, 1990):

- a. Aliran Tunak (*steady*)

Suatu aliran dimana kecepatannya tidak terpengaruh oleh perubahan waktu sehingga kecepatan konstan pada setiap titik (tidak mempunyai percepatan).

b. Aliran Tidak Tunak (*unsteady*)

Suatu aliran dimana terjadi perubahan kecepatan terhadap waktu.

3.5. Genangan

Topik utama pada analisis tugas akhir ini adalah genangan, Genangan merupakan masalah yang sering terjadi di ruas-ruas jalan perkotaan di Indonesia, terutama pada saat musim hujan. Genangan disebabkan oleh berbagai hal, diantaranya curah hujan yang tinggi, atau sistem drainase yang kurang memadai. Saat terjadi hujan, genangan mengganggu aktivitas jalan karena air di permukaan jalan terhambat masuk kedalam saluran drainase. Jika air yang menggenang tidak surut dalam waktu 1x24 jam, hal itu termasuk fase banjir, namun jika air yang menggenang dapat surut dalam waktu 1x24 jam maka disebut genangan. (PKK, 2016). PKK (2016) juga mengatakan jika genangan air setelah hujan deras disertai ketinggian air tidak lebih dari 40 cm maka disebut genangan, dan sebaliknya, jika ketinggian air lebih dari 40 cm pada skala yang besar, maka dapat dikategorikan sebagai banjir.

3.6. Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh pada periode tertentu. Pengukurannya dilakukan dengan satuan tinggi diatas permukaan tanah horizontal yang diasumsikan tidak terjadi penguapan atau infiltrasi, *run off*, atau evaporasi.

Data curah hujan sangat penting untuk perencanaan teknik khususnya untuk bangunan air misalnya irigasi, bendungan, drainase perkotaan, pelabuhan,

dermaga, dan lain-lain. Karena itu data curah hujan di suatu daerah dicatat terus menerus untuk menghitung perencanaan yang akan dilakukan.

Satuan curah hujan selalu dinyatakan dalam satuan milimeter atau inchi namun untuk di Indonesia satuan curah hujan yang digunakan adalah dalam satuan milimeter (mm). Curah hujan dalam 1 (satu) millimeter memiliki arti dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air sebanyak satu liter.

3.7. Periode Ulang

Periode ulang adalah perioda waktu rata – rata yang diharapkan terjadi di antara dua kejadian yang berurutan. Hal ini sering kali di salah artikan sebagai suatu hal yang secara statistika dibenarkan bahwa dua hal (peristiwa banjir misalnya) akan terjadi secara berurutan dengan waktu yang tetap. Dalam perencanaan saluran drainase, periode ulang yang digunakan tergantung pada fungsi saluran drainase dan daerah tangkapan air yang dikeringkan (Wesli, 2009). Wesli (2009) juga menjelaskan periode ulang untuk jenis saluran: kuaterner (1 tahun), tersier (2 tahun), sekunder (5 tahun), dan primer (10 tahun); tetapi periode ulang juga dapat ditentukan berdasarkan pertimbangan ekonomi.

3.8. Koefisien Aliran Permukaan (runoff)

Salah satu konsep penting dalam upaya mengendalikan banjir adalah koefisien aliran permukaan (runoff) yang biasa dilambangkan dengan C. Koefisien C didefinisikan sebagai nisbah antara laju puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan. Faktor utama yang mempengaruhi nilai C adalah laju infiltrasi tanah, tanaman penutup tanah dan intensitas hujan (Arsyad, 2006).

Koefisien aliran permukaan (C) untuk daerah perkotaan dan untuk DAS pertanian bagi tanah kelompok Hidrologi B tertera dalam Tabel 3.1 dan Tabel 3.2.

Tabel 3.1. Koefisien Aliran Permukaan (C) untuk Daerah Perkotaan

No	Jenis Daerah	Koefisien C
1	Daerah perdagangan - Perkotaan (<i>down town</i>) - Pinggiran	0,70 - 0,90 0,50 - 0,70
2	Pemukiman - Perumahan satu keluarga - Perumahan berkelompok, terpisah-pisah - Perumahan berkelompok, bersambungan - Suburban - Daerah apartemen	0,30 - 0,50 0,40 - 0,60 0,60 - 0,75 0,25 - 0,40 0,50 - 0,70
3	Industri - Daerah industri ringan - Daerah industri berat	0,50 - 0,80 0,60 - 0,90
4	Taman, perkuburan	0,10 - 0,25
5	Tempat bermain	0,20 - 0,35
6	Daerah stasiun kereta api	0,20 - 0,40
7	Daerah belum diperbaiki	0,10 - 0,30
8	Jalan	0,70 - 0,95
9	Bata - Jalan, hamparan - Atap	0,75 - 0,85 0,75 - 0,95

Sumber: Schwab, 1981

Tabel 3.2. Koefisien Aliran Permukaan (C) untuk DAS Bagian Tanah Kelompok Hidrologi B

No	Tanaman Penutup Tanah dan Kondisi Hidrologi	Koefisien C untuk Laju Hujan		
		25 mm/jam	100 mm/jam	200 mm/jam
1	Tanaman dalam baris, buruk	0,63	0,65	0,66
2	Tanaman dalam baris, baik	0,47	0,56	0,62
3	Padian, buruk	0,38	0,38	0,38
4	Padian, baik	0,18	0,21	0,22
5	Padang rumput potong, pergiliran tanaman, baik	0,29	0,36	0,39
6	Padang rumput potong, penggembalaan tetap, baik	0,02	0,17	0,23
7	Hutan dewasa, baik	0,02	0,10	0,15

Sumber: Schwab, 1981

faktor utama yang mempengaruhi nilai C adalah laju infiltrasi tanah atau persentase lahan kedap air, kemiringan lahan, tanaman penutupan tanah dan intensitas hujan. Koefisien ini juga tergantung pada sifat dan kondisi tanah. Laju infiltrasi turun pada hujan yang terus-menerus dan juga dipengaruhi oleh kondisi kejenuhan air sebelumnya. Faktor lain yang juga mempengaruhi nilai C adalah air tanah, derajat kepadatan tanah, porositas tanah dan simpanan depresi.

3.9. Daerah Tangkapan Air, Rute, dan Segmen

Daerah Tangkapan Air (DTA) Daerah Tangkapan Air adalah suatu kawasan yang berfungsi sebagai daerah penadah air yang mempunyai manfaat penting untuk mempertahankan kelestarian fungsi sumber air di wilayah daerah. Daerah tangkapan air dapat ditentukan dengan menggunakan batas saluran, hulu, dan hilir saluran (Utami, 2012). Rute adalah jarak tempuh dari hulu ke hilir dan

ruas merupakan rute yang dibagi menjadi beberapa bagian berdasarkan dimensi dan kelengkungan jalan (Utami, 2012).

3.10. Mendesain Drainase

Ketentuan-ketentuan umum yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut:

1. Rencana induk sistem drainase disusun dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut:
 - a. Kondisi topografi, rencana pengembangan kota dan rencana prasarana dan sarana kota lainnya.
 - b. Keterpaduan pelaksanaan fisiknya dengan prasarana dan sarana kota lainnya, sehingga dapat meminimalkan biaya pelaksanaan, biaya operasional dan pemeliharaannya.
 - c. Ketersediaan air tanah, air permukaan, kekeringan dan banjir yang mungkin terjadi.
 - d. Kelestarian lingkungan hidup perkotaan terkait dengan ketersediaan air tanah maupun air permukaan.
 - e. Partisipasi masyarakat yang berbasis pada kearifan lokal.
 - f. Ketergantungan dengan rencana induk lainnya dalam rangka pengembangan rencana induk tata kota untuk arahan pembangunan sistem drainase di daerah perkotaan yang mencakup perencanaan jangka panjang, jangka menengah dan jangka pendek sesuai dengan Rencana Umum Tata Ruang Kota, dan dapat dilakukan peninjauan kembali disesuaikan dengan keperluan.

2. Pemerintah Daerah menyediakan alokasi ruang (space) untuk penempatan saluran drainase dan sarana drainase serta bangunan pelengkap.
3. Daerah perkotaan/permukiman yang elevasi muka tanahnya selalu lebih rendah daripada elevasi muka air sungai atau laut dapat dibangun sistem polder.
4. Pembangunan sistem drainase harus berwawasan lingkungan
5. Bangunan pelengkap yang dibangun pada saluran dan sarana drainase kapasitasnya minimal 10% lebih tinggi dari kapasitas rencana saluran dan sarana drainase.
6. Rencana induk sistem drainase perkotaan yang berwawasan lingkungan disahkan oleh instansi atau lembaga yang berwenang.

Data dan persyaratan yang diperlukan adalah sebagai berikut

1. Data spasial adalah data dasar yang sangat dibutuhkan dalam perencanaan drainase perkotaan, yang diperoleh baik dari lapangan maupun dari pustaka, mencakup antara lain:
 - a. Data peta yang terdiri dari peta dasar (peta daerah kerja), peta sistem drainase dan sistem jaringan jalan yang ada, peta tata guna lahan, peta topografi masing-masing berskala antara 1 : 5.000 sampai dengan 1 : 25.000 atau disesuaikan dengan tipologi kota.
 - b. Data kependudukan yang terdiri dari jumlah, kepadatan, laju pertumbuhan, penyebaran dan data kepadatan bangunan.
 - c. Data rencana pengembangan kota, data geoteknik, data foto udara terbaru (untuk kota metropolitan).

- d. Rencana Tata Ruang wilayah (RTRW)
2. Data hidrologi
 - a. Data hujan minimal sepuluh tahun terakhir.
 - b. Data tinggi muka air, debit sungai, pengaruh air balik, peil banjir, dan data pasang surut.
 3. Data sistem drainase yang ada, yaitu:
 - a. Data kuantitatif banjir/genangan yang meliputi: luas genangan, lama genangan, kedalaman rata-rata genangan, dan frekuensi genangan berikut permasalahannya serta hasil rencana induk pengendalian banjir wilayah sungai di daerah tersebut.
 - b. Data saluran dan bangunan pelengkap.
 - c. Data sarana drainase lainnya seperti kolam tandon, kolam 19 resapan, sumur-sumur resapan.
 4. Data Hidrolika
 - a. Data keadaan, fungsi, jenis, geometri dan dimensi saluran, dan bangunan pelengkap seperti gorong-gorong, pompa, dan pintu air, serta kolam tandon dan kolam resapan.
 - b. Data arah aliran dan kemampuan resapan.
 5. Data teknik lainnya Data prasarana dan fasilitas kota yang telah ada dan yang direncanakan antara lain: jaringan jalan kota, jaringan drainase, jaringan air limbah, TPS (Tempat Pengolahan Sampah Sementara), TPA (Tempat Pemrosesan Akhir), jaringan telepon, jaringan listrik, jaringan pipa air minum, jaringan gas (jika ada) dan jaringan utilitas lainnya.

6. Data non teknik Data pembiayaan termasuk biaya OP, peraturan-peraturan terkait, data institusi/kelembagaan, data sosial ekonomi dan budaya (kearifan lokal), data peran serta masyarakat serta data keadaan kesehatan lingkungan permukiman.

