

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jalan raya sebagai bagian dari transportasi darat sangat berperan dalam mewujudkan proses pergerakan manusia ataupun perpindahan barang dengan lancar dan mampu menunjukkan kinerja yang baik dalam operasionalnya. Jalan raya berfungsi membuka akses hubungan antar wilayah baik pada tataran lokal, regional, maupun nasional guna terwujudnya sistem transportasi nasional yang handal, nyaman, aman, ekonomis, dan berwawasan lingkungan.

Prasarana infrastruktur jalan di Indonesia banyak mengalami peningkatan baik dari segi jumlah, panjang ruas jalan, dan teknologi konstruksinya. Pembangunan jalan raya diharapkan mampu bermanfaat sepanjang umur konstruksinya, dengan memperhatikan berbagai aspek yaitu aspek material konstruksi, teknologi, dan peralatan. Aspek yang tidak kalah penting adalah hubungannya dengan faktor alam, seperti iklim, curah hujan, kondisi tanah, daerah rawan gempa, dan unsur lingkungan pada lokasi pembangunannya.

Air hujan yang mengenai jalan raya dan sekitarnya, menyebabkan terjadinya aliran permukaan (*runoff*) yang harus diperhatikan kuantitas dan kualitasnya. Secara kuantitas, curah hujan yang tinggi akan meningkatkan volume aliran permukaan dan mengakibatkan terjadinya genangan air jika sistem drainase tidak berfungsi dengan baik. Genangan air berpengaruh besar terhadap agregat lapis permukaan jalan dan berperan sebagai anti-adhesi, dimana air menyebabkan terlepasnya agregat dari ikatan aspal pada lapis permukaan (Chairuddin et al. 2013). Genangan air menimbulkan permasalahan serius pada musim hujan, yaitu dapat memberikan dampak negatif bagi masyarakat sekitar jalan berupa kerusakan jalan dan terputusnya arus lalu lintas (Hendratta 2014). Pengaruh dari sistem drainase terhadap kerusakan permukaan jalan menunjukkan bahwa semakin baik sistem drainase maka luas kerusakan kecil dengan jenis tingkat kerusakan rendah, sebaliknya semakin buruk sistem drainase maka luas kerusakan semakin besar dengan jenis tingkat kerusakan tinggi (Novitasari dan Iskandar 2017). Faktor-faktor penyebab kerusakan struktur jalan antara lain sistem drainase tidak berfungsi dengan baik, sifat material konstruksi yang kurang baik, kondisi tanah yang tidak stabil, proses pelaksanaan pekerjaan konstruksi tidak memenuhi spesifikasi (Yudaningrum dan Ikhwanudin 2017).

Kerusakan jalan yang terjadi diakibatkan oleh limpasan permukaan karena kapasitas saluran yang ada tidak mampu mengalirkan air dengan baik dan kondisi tanah yang ekspansif (Fatima dan Suhudi 2014).

Drainase jalan raya berfungsi mengalirkan air limpasan melalui saluran dan diteruskan ke sungai atau diresapkan ke dalam tanah, sehingga diperlukan saluran drainase dengan kapasitas sesuai debit air limpasan. Jika hal itu tidak dipenuhi akan berakibat adanya genangan air dan terjadinya kerusakan pada perkerasan jalan, dapat dilihat pada Gambar 1.1. dan Gambar 1.2.



Gambar 1.1. Permasalahan Genangan Air Hujan pada Jalan Raya (Okezone 2015)



Gambar 1.2. Permasalahan Kerusakan Perkerasan pada Jalan Raya (Ayo Media Network 2016)

Faktor penambahan air dalam tanah berpengaruh juga terhadap perkerasan jalan dikarenakan air dapat mempengaruhi kualitas *subgrade*, semakin besar variasi penambahan kadar air pada *subgrade* tanah ekspansif maka penurunan yang terjadi

semakin besar (Robitul 2015). Penambahan air pada lapisan tanah dasar yang berada di bawah struktur perkerasan dapat menyebabkan hal-hal sebagai berikut: (*Asphalt Institute, MS-15* dalam Christady 2011)

1. Pelemahan tanah dasar dan komponen struktur perkerasan, ketika dasar perkerasan jalan jenuh sempurna atau sebagian, adanya gaya-gaya dinamis menyebabkan kenaikan tekanan air pori. Hal ini mereduksi tahanan gesek internal, sehingga tahanan geser menjadi lebih rendah.
2. Gaya apung mengakibatkan berat partikel berkurang, sehingga mengurangi tahanan gesek yang bekerja pada partikel tersebut.
3. Kenaikan atau pengembangan tanah dasar yang ekspansif oleh akibat kenaikan kadar air, beberapa jenis tanah berbutir halus bertambah volumenya, jika kadar air bertambah. Hal ini mengakibatkan kenaikan dan pelemahan dari struktur perkerasan.

Limpasan air permukaan di perkotaan berdampak negatif pada badan air penerima. Berbagai solusi telah diusulkan untuk membatasi efek urbanisasi pada keseimbangan air. Solusi ini menyarankan untuk mengelola limpasan air di perkotaan dan mengurangi sumber pencemar (Rizzo et al. 2018). Kualitas air hujan pada jalan raya telah mengalami penurunan dengan adanya operasional kendaraan, yaitu air hujan telah mengandung emisi gas buang dari kendaraan bermotor. Hasil pengukuran konsentrasi logam berat pada aliran permukaan pada jalan raya (*runoff stormwater*) terdiri dari cadmium, tembaga, dan seng (Almaditya dan Zevi 2013). Tipe polutan yang dihasilkan oleh gas buang kendaraan bermotor adalah *Poly aromatic Hydrocarbons (PAHs)*, bahan bakar dan partikel dari konvetor yaitu *hydrocarbons, cadmium (Cd), platinum (Pt), palladium (Pd), dan rhodium (Rh)* (SCOTS and SUDS Working Party 2007), *cadmium (Cd), tembaga (Cu), timbal hitam (Pb), dan seng (Zn)* (Duncan 1999),

Kualitas air hujan atau air limpasan pada jalan raya juga dipengaruhi oleh sampah pada saluran drainase yang bersumber dari aktivitas manusia di lokasi sekitar ataupun di luar tata guna lahan daerah drainase. Sampah yang diproduksi pada tata guna lahan terbawa dan terakumulasi pada saluran drainase dengan kondisi kemiringan dan tingginya muka air pada saluran drainase. Semakin tinggi kemiringan dan muka air pada saluran drainase akan memperkecil kemungkinan terjadi timbulan sampah. Sebaliknya, jika suatu saluran memiliki kemiringan dan muka air kecil, maka kemungkinan terakumulasi

sampah pada drainase semakin tinggi (Putra dan Rahardyan 2013). Kondisi mengenai sampah pada saluran drainase jalan raya dan sekitarnya dapat dilihat pada Gambar 1.3.



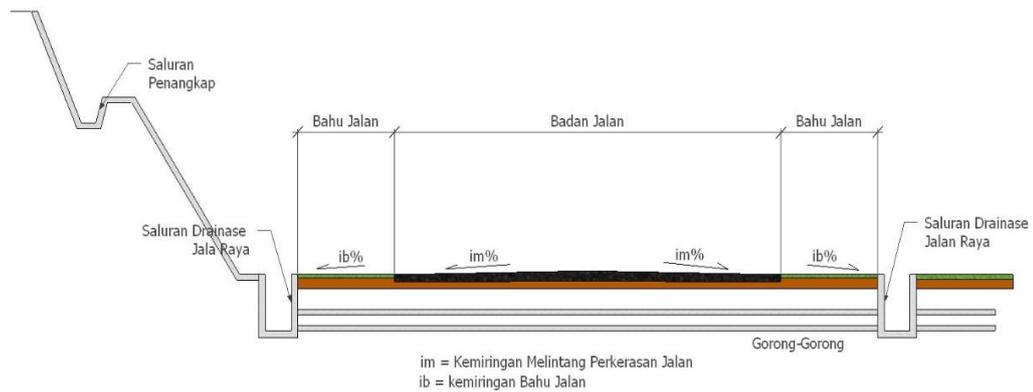
Gambar 1.3. Permasalahan Sampah pada Jalan Raya (Jejamo.com 2015)

Permasalahan drainase jalan raya dengan sistem saluran terbuka yang ada di tepi kanan dan atau kiri jalan dapat menimbulkan kecelakaan lalu lintas berupa kendaraan yang masuk atau terperosok dalam saluran drainase. Kondisi jalan raya dengan sistem drainase permukaan yang terbuka banyak kita jumpai di berbagai wilayah di Indoensia. Salah satu faktor terjadinya kecelakaan lalu lintas diakibatkan oleh sistem drainase terbuka atau selokan yang terbuka pada sisi samping kanan dan kiri jalan, dikarenakan kendaraan terperosok pada saluran tersebut, dapat dilihat pada Gambar 1.4.



Gambar 1.4. Permasalahan Kecelakaan Lalu Lintas pada Drainase Jalan Raya (Bogordaily 2016)

Sistem drainase jalan raya yang ada di Indonesia merupakan prasarana infrastruktur jalan berbentuk alami ataupun buatan terletak pada kanan dan kiri jalan ataupun gorong-gorong, yang mempunyai fungsi untuk menyalurkan air permukaan maupun bawah tanah dengan bantuan gaya gravitasi ke badan air penerima atau tempat peresapan buatan, dapat dilihat pada Gambar 1.5. dan Gambar 1.6.



Gambar 1.5. Tipikal Sistem Drainase Jalan (Departemen Pekerjaan Umum 2006)

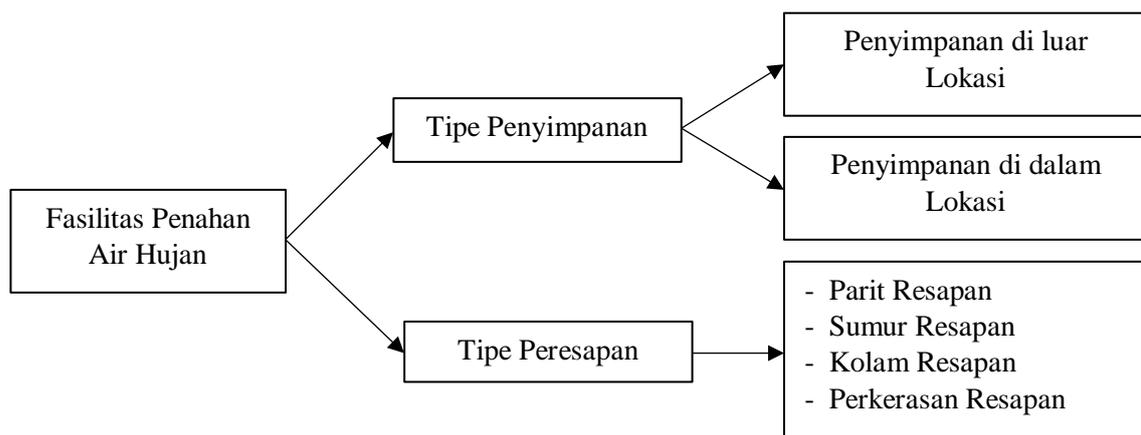


Gambar 1.6. Dokumentasi Sistem Drainase Jalan Raya Model Terbuka

Sistem drainase yang ada saat ini menimbulkan gangguan terhadap siklus hidrologi, limpasan air permukaan meningkat, pengisian air tanah dan tingkat kualitas air mengalami penurunan. Oleh karena itu perlu dikembangkan sistem drainase jalan raya yang ramah lingkungan, yaitu sistem drainase yang mampu mengendalikan limpasan permukaan dan menjaga kondisi kualitas air limpasan. *Sustainable Urban Drainage Systems* (SUDS) merupakan suatu sistem terdiri dari satu atau lebih struktur yang dibangun untuk mengelola limpasan permukaan air. Adapun empat metode umum yang biasa dilaksanakan, yaitu: terasering buatan, saluran infiltrasi, permukaan berdaya serap, kolam dan lahan basah. Pengontrol tersebut haruslah ditempatkan sedekat mungkin dengan sumber air limpasan, untuk memperlambat kecepatan aliran air sehingga dapat mencegah banjir dan erosi (Alison et al. 2001). Sistem drainase perkotaan dirancang untuk menghadapi masalah sanitasi dan limpasan air yang lebih tinggi. Pengendalian banjir tradisional cenderung fokus pada peningkatan kapasitas pembuangan. Konsep keberlanjutan dalam drainase perkotaan, menyatakan bahwa banjir perkotaan tidak hanya

ditransfer, tetapi diresapkan kedalam tanah (infiltrasi) dan sistem drainase harus direncanakan bersama dengan pembangunan perkotaan (Miguez et al. 2012).

Sistem drainase berkelanjutan merupakan suatu sistem drainase yang bertujuan untuk mengurangi permasalahan yang ditimbulkan oleh adanya limpasan air hujan di permukaan, mengurangi permasalahan polusi air, mengkonversi sumber daya air dan meningkatkan nilai guna air terutama di lingkungan perkotaan (*urban*). Ekologi drainase merupakan suatu pemikiran yang ditujukan untuk mendukung suatu sistem drainase berkelanjutan di wilayah perkotaan terutama di negara berkembang (Parkinson and Mark 2005). Konsep sistem drainase jalan yang ramah lingkungan atau berkelanjutan membuat limpasan air permukaan diinfiltrasikan melalui fasilitas buatan terpadu yang terdiri dari saluran samping, lapisan filter, dan sumur resapan (Yunianta et al. 2018). Konsep dasar pengembangan drainase berkelanjutan dengan meningkatkan daya guna air, meminimalkan kerugian, memperbaiki dan konservasi lingkungan (Suripin 2004). Beberapa usaha dan fasilitas yang harus disediakan untuk menahan atau mengurangi laju aliran permukaan (*runoff*) ketika terjadi curah hujan dan secepat mungkin untuk diinfiltrasikan ke dalam tanah, dapat dilihat pada Gambar 1.7.



Gambar 1.7. Klasifikasi Fasilitas Penahan Air Hujan (Suripin 2004)

Berdasarkan uraian mengenai permasalahan drainase jalan raya di Indonesia dan konsep pengembangan drainase yang berwawasan lingkungan yang telah diterapkan di beberapa negara sesuai dengan karakteristik wilayah masing-masing, maka diperlukan *Sustainable Urban Drainage System* (SUDS). SUDS sebagai konsep untuk memperbaiki keseimbangan dan mengelola limpasan air permukaan di lingkungan perkotaan dengan

cara meminimalkan dampak pembangunan terhadap kualitas dan kuantitas air limpasan, diikuti dengan memaksimalkan peningkatan peluang keanekaragaman hayati. Wilayah Indonesia dengan kondisi iklim tropis dan karakteristik daerah yang berbeda pula, maka penerapan sistem drainase jalan yang berkelanjutan mengikuti kondisi dan karakteristik daerah perencanaan. Sistem drainase yang berkelanjutan telah mendapatkan minat publik terus meningkat dalam beberapa tahun terakhir, sebagai akibat dari efek positif pada masalah kualitas dan kuantitas air serta fasilitas rekreasi tambahan yang dirasakan dalam lanskap perkotaan (Zhou 2014). Penggunaan praktik infiltrasi sebagai dasar pengembangan sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan, terbatas pada polusi berlebihan pada limpasan air hujan terutama dari jalan, karena ketersediaan lahan (Mrowiec 2016). Sistem drainase berkelanjutan telah menjadi solusi yang menjanjikan untuk meningkatkan kedap air dengan mengurangi volume aliran air dan laju aliran, dan meningkatkan kualitas air (Kanso et al. 2018). Dengan demikian perlu dilakukan penelitian untuk menerapkan drainase jalan raya yang berkelanjutan dalam rangka mengatasi permasalahan drainase jalan raya sesuai dengan karakteristik daerah perencanaan. Penelitian ini dilakukan dengan membuat model saluran drainase berbentuk *U-Ditch* dengan penambahan ruang tampungan air pada bagian bawah saluran yang terhubung dengan sekat yang berlubang. Penggunaan agregat sebagai sistem filtrasi sebagai penyaring sampah atau polutan yang diletakkan pada saluran merupakan penerapan model sistem saluran drainase infiltrasi (*Infiltration Trenches*) yang diletakkan pada kanan dan kiri jalan. Penampungan akhir dari model saluran drainase jalan raya ini terintegrasi dengan sumur resapan sebagai model tampungan yang berwawasan lingkungan dan meningkatkan volume air tanah.

1.2. Identifikasi Masalah

Dari berbagai permasalahan mengenai drainase jalan raya tersebut, maka dapat diidentifikasi permasalahan sebagai berikut:

1. Berapa besar debit banjir yang terjadi dari limpasan air permukaan akibat curah hujan yang membebani saluran drainase jalan raya.
2. Terjadinya genangan air akibat curah hujan dan drainase yang kurang baik pada jalan raya mengakibatkan kerusakan pada perkerasan jalan.
3. Dimensi saluran drainase jalan yang tidak sesuai dengan kebutuhan karena keterbatasan lahan, dan tingginya limpasan permukaan.

4. Terjadinya kontaminasi air tanah akibat polutan yang terdapat pada permukaan jalan raya ikut meresap ke dalam tanah tanpa melalui filtrasi.
5. Terjadinya penumpukan sampah pada saluran drainase yang bersumber dari alam maupun manusia yang membuang sampah secara sembarangan.
6. Terjadinya kecelakaan lalu lintas akibat dari saluran drainase terbuka pada jalan raya, dengan terperosoknya kendaraan pada saluran drainasi jalan raya yang berada disamping badan jalan.
7. Sistem drainase jalan raya yang kurang memadai dan hanya memindahkan air ke badan air yang lain seperti sungai dan peresapan buatan.

1.3. Perumusan Masalah

Dari identifikasi permasalahan tersebut diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana mendapatkan besar debit banjir yang terjadi dari limpasan air permukaan akibat curah hujan yang membebani saluran drainase jalan raya ?
2. Bagaimana mengembangkan sistem drainase jalan raya yang berwawasan lingkungan, dengan konsep hemat lahan, tidak menimbulkan genangan, meningkatkan pengisian air tanah yang berkualitas, dan tidak mengganggu stabilitas konstruksi jalan ?
3. Bagaimana mengetahui efektifitas air limpasan permukaan yang berkualitas dengan menggunakan filter agregat pada saluran ?
4. Bagaimana mengetahui laju resapan dari penggunaan sumur resapan sebagai tampungan akhir dari saluran drainase ?
5. Bagaimana mendapatkan simulasi debit banjir dan kualitas air limpasan pada kawasan kampus Universitas Diponegoro Tembalang ?
6. Bagaimana pemeliharaan sistem drainase jalan raya yang berkelanjutan ?

1.4. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah mengembangkan sistem drainase jalan raya yang berwawasan lingkungan dengan menghemat lahan, tidak menimbulkan genangan, meningkatkan pengisian air tanah yang berkualitas, dan tidak mengganggu stabilitas struktur jalan.

Sedangkan tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis debit banjir yang terjadi dari limpasan air permukaan akibat curah hujan yang membebani saluran drainase jalan raya.
2. Mengembangkan bentuk model sistem drainase jalan raya yang berbasis konsep drainase berkelanjutan.
3. Menentukan efektivitas model sistem drainase jalan raya dengan fasilitas saringan/filter pada saluran drainase terhadap kualitas air aliran permukaan.
4. Menentukan laju resapan dari sistem infiltrasi drainase jalan raya dengan menggunakan sumur resapan terhadap kapasitas dan jumlah sumur resapan.
5. Menganalisis hidrograf banjir dan parameter kualitas air dari aliran permukaan di beberapa *outfall* drainase pada kawasan Universitas Diponegoro Tembalang.
6. Merumuskan sistem pemeliharaan drainase jalan raya dari model yang dikembangkan.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang akan didapatkan dalam penelitian ini adalah:

1. Diharapkan mampu meningkatkan ilmu pengetahuan mengenai permasalahan yang berkaitan dengan drainase jalan raya.
2. Diharapkan bermanfaat bagi pemerintah dan masyarakat, dalam mengatasi permasalahan pada drainase jalan raya.
3. Mampu memberikan solusi dalam mengatasi permasalahan kuantitas dan kualitas air hujan pada drainase jalan raya yang berkelanjutan serta berwawasan lingkungan.
4. Sebagai referensi dalam merencanakan sistem drainase jalan raya yang baik dan berkelanjutan.
5. Sebagai referensi dalam pengelolaan sumber daya air terutama air hujan pada jalan raya dalam upaya peningkatan pasokan air tanah, yang sudah melalui proses filtrasi.

1.6. Pembatasan Masalah (Ruang Lingkup)

Untuk mempermudah dalam melakukan penelitian ini perlu adanya pembatasan masalah atau ruang lingkup penelitian sebagai berikut:

1. Materi penelitian terbatas pada drainase jalan raya.
2. Ruang lingkup lokasi penelitian dibatasi pada kawasan sekitar Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.

3. Metode penelitian yang dipakai yaitu penelitian kuantitatif dengan metode survei dan eksperimen. Adapun metode yang dilakukan yaitu pengumpulan data, uji laboratorium tentang rembesan tanah, uji karakteristik material agregat untuk filter, penggunaan penyekat antar agregat, uji kualitas air, dan uji model drainase jalan raya.
4. Analisis data yang dilakukan adalah analisis hidrologi, analisis hidrolika, analisa hasil laboratorium, dan analisis terhadap model.
5. Penempatan model saluran drainase jalan raya dalam penelitian ini efektif digunakan pada daerah yang relatif datar serta di kanan dan kiri badan jalan.
6. Penggunaan sumur resapan sebagai tampungan akhir dari limpasan air permukaan di tempatkan pada lahan dengan muka air tanah dalam, dengan kedalaman muka air tanah di atas 4 meter.
7. Penggunaan model Epa SWMM untuk simulasi perhitungan debit dan kualitas air aliran permukaan.

1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Dalam bab ini berisi latar belakang masalah, identifikasi masalah penelitian, perumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, pembatasan masalah (ruang lingkup), dan sistematika penulisan.

BAB II Kajian Pustaka

Dalam bab ini disampaikan mengenai referensi yang digunakan dalam penelitian yaitu teori tentang sistem drainase jalan raya. Disamping itu juga teori yang mendukung dalam merancang drainase jalan raya yang berkelanjutan (*sustainable road drainage system*).

BAB III Metode Penelitian

Pada bab ini dijelaskan bagaimana metode yang dipakai dalam penelitian yaitu berisi cara pengumpulan data dan cara analisa data baik data untuk pengujian laboratorium maupun data yang lain serta aplikasi dilapangan.

BAB IV Pengembangan Model dan Analisa Data

Dalam bab ini berisi analisa data yang diperoleh dari pengumpulan data dengan menggunakan analisa statistik maupun matematis guna

mendapatkan hasil penelitian yang ditampilkan dalam tabel, grafik, ataupun gambar sesuai dengan hasil analisa.

BAB V Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pada bab ini merupakan bagian yang utama dalam penelitian dengan menampilkan penjabaran hasil analisa data dan interpretasi atau pembahasan dari penelitian.

BAB VI Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini berisi interpretasi hasil penelitian dengan menunjukkan hasil yang dicapai dari tujuan penelitian dan masalahnya telah terpecahkan. Disamping itu juga disampaikan saran atau rekomendasi yang bersumber dari hasil penelitian, terutama untuk memperbaiki kekurangan atau kelemahan dari obyek penelitian, serta saran untuk penelitian lanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

Mencantumkan literatur-literatur yang digunakan sebagai pendukung dalam penelitian ini.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran ini berisi data analisa ataupun hasil perhitungan statistik atau matematisnya, maupun berbagai pendukung berupa surat ataupun rekomendasi dari instansi lain yang terkait dengan penelitian.