

ANALISIS PERMASALAHAN SISTEM DRAINASE DI JALAN RAYA JAGAWANA, SUKARUKUN, KAB BEKASI

Herol¹, Isria Miharti Maherni Putri², Abdul Jabbar³, Adam Uji Ramadhan⁴, Alif Hidayatullah Al-
Abshori⁵, Joyan Al Halik⁶, Muhammad Arief Al-Mahdi⁷, Muhammad Ramdan⁸

^{1,2,3,4,5,6,7,8}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pelita Bangsa

Jl. Inspeksi Kalimalang Tegal Danas, arah Delta Mas, Cikarang Pusat, Kab. Bekasi 17530, Indonesia

Email: herol@pelitabangsa.ac.id

Abstract

The drainage that occurs on Jalan Raya Jagawana, Sukarukun, Bekasi Regency is road drainage with an open channel system on the right and/or left edge of the road which can cause traffic accidents in the form of vehicles entering or getting stuck in the drainage channel. We often encounter road conditions with open surface drainage systems in various regions in Indonesia. One of the factors causing traffic accidents is the open drainage system or open ditches on the right and left sides of the road, because vehicles fall into the canal. Factors causing damage to road structures include drainage systems not functioning properly, poor construction material properties, unstable soil conditions, inadequate construction work implementation processes. So the aim of this research is to analyze the existing drainage system because the drainage system has the greatest contribution to the level of road damage. The better the drainage system, the longer the life of the road and conversely the worse the drainage system, the shorter the life of the road.

Abstrak

Drainase yang terjadi di Jalan Raya Jagawana, Sukarukun, Kabuoaten Bekasi adalah 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. 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. Maka tujuan dari penelitian ini menganalisis system drainase yang ada karena sistem drainase memiliki kontribusi yang paling besar terhadap tingkat kerusakan jalan. Semakin baik sistem drainase tersebut, maka umur jalan akan semakin panjang dan sebaliknya semakin buruk sistem drainase, maka umur jalan akan semakin pendek.

Info Artikel

Diterima: 10 Mei 2024

Direvisi: 28 Mei 2024

Dipublikasikan: 14 Juni 2024

Keywords: Drainage System, Flooding, Highways, Damage

Kata kunci: Sistem Drainase, Genangan, Jalan Raya, Kerusakan

1. Pendahuluan

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 antiadhesi, dimana air menyebabkan terlepasnya agregat dari ikatan aspal pada lapis permukaan. 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. 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.

2. Metode

Lokasi Penelitian Secara Langsung

Lokasi pengamatan berada di Jalan Raya Jagawana, dan Jalan Simpang Tiga Bumiayu.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

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.



Gambar 2. Permasalahan Genangan Air Hujan pada Jalan Raya di Cikarang Utara (Dokumentasi Pribadi, 2023)



Gambar 3. Permasalahan Kerusakan Perkerasan pada Jalan Raya (Dokumentasi Pribadi, 2023)

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).

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 berikut.



Gambar 4. Permasalahan Sampah pada Jalan Raya (Dokumen Pribadi, 2023)

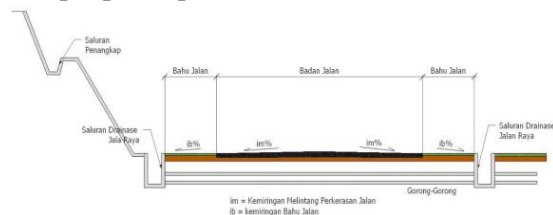
Permasalahan drainase jalan raya dengan sistem saluran terbuka yang ada di tepi kanan dan atau kiri jalan dapat menimbulkan kecelakaan lalu lintas berupa kendaraan yang masuk atau terperosok dalam saluran drainase. Kondisi jalan raya dengan sistem drainase permukaan yang terbuka banyak kita jumpai di 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.



Gambar 5. Permasalahan Kecelakaan Lalu Lintas pada Drainase Jalan Raya (Bogordaily, 2023)

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.



Gambar 6. Tipikal Sistem Drainase Jalan (Departemen Pekerjaan Umum 2006)

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

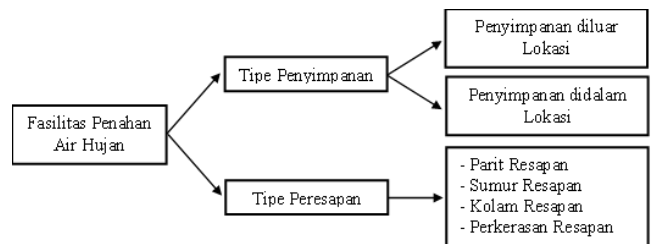
sedekat mungkin dengan sumber air limpasan, untuk memperlambat kecepatan aliran air sehingga dapat mencegah banjir dan erosi. Sistem drainase perkotaan dirancang untuk menghadapi masalah sanitasi dan limpasan air yang lebih tinggi. Pengendalian banjir tradisional cenderung fokus pada peningkatan kapasitas 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.



Gambar 7. Dokumentasi Sistem Drainase Jalan Raya Model Terbuka (Dokumentasi Pribadi, 2023)

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. 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.



Gambar 8. Klasifikasi Fasilitas Penahan Air Hujan (Suripin 2004)

3. Hasil dan Pembahasan

Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infrastruktur khususnya). Drainase jalan mengandung pengertian membuang atau mengalirkan air (air hujan, air limbah, atau air tanah) ke tempat pembuangan yang telah ditentukan dengan cara gravitasi atau menggunakan sistem pemompaan. Secara umum dikenal adanya 2 (dua) sistem drainase yaitu sistem drainase permukaan dan sistem drainase bawah permukaan. Kedua sistem tersebut direncanakan dengan maksud untuk mengendalikan “air” sebagai upaya memperkecil pengaruh buruk air terhadap perkerasan jalan maupun subgrade (tanah dasar).

Fungsi drainase jalan dengan demikian ada 2 (dua) cakupan yaitu:

- a) Memperkecil kemungkinan menurunnya daya dukung subgrade karena kadar airnya naik melebihi kadar air optimum sebagai akibat dari merembesnya air hujan ke dalam subgrade melalui pori-pori perkerasan jalan atau yang berasal dari air tanah yang naik ke permukaan.
- b) Memperkecil kemungkinan rusaknya perkerasan jalan sebagai akibat terendahnya perkerasan jalan oleh genangan air hujan.

Sistem drainase permukaan mencakup 2 hal yaitu:

- a) Drainase air limbah, dimaksudkan untuk membuang air limbah (air kotor dari rumah tangga, limbah cair dari pabrik dan sebagainya) ke instalasi pengolahan air limbah;

- b) Drainase air hujan, dimaksudkan untuk mencegah kemungkinan terjadinya kerusakan jalan akibat air hujan.

Air hujan yang jatuh ke permukaan jalan atau badan jalan mempunyai 3 kemungkinan:

- Bergerak sebagai aliran air permukaan.
- Menguap.
- Merembes ke dalam tanah atau perkerasan jalan sebagai air infiltrasi.

Drainase permukaan berkepentingan dengan aliran air yang bergerak sebagai aliran air permukaan. Persentase besarnya aliran air permukaan dinyatakan sebagai *run off coefficient*. Debit air yang berasal dari air permukaan ditampung dan dialirkan ke dalam selokan samping kemudian dibuang melalui gorong-gorong. Pada jalan-jalan rural biasanya dipilih selokan samping terbuka, sedangkan pada jalan-jalan di daerah perkotaan dipilih selokan samping terbuka ataupun tertutup tergantung pada kepentingan atau kondisi setempat.

Drainase air limbah bisa dibuat khusus untuk:

- Mengalirkan air limbah saja
- Selain untuk membuang air limbah juga disiapkan untuk menampung air hujan dari halaman atau atap rumah sekaligus menggelontorkan air limbah
- Sekaligus berfungsi untuk menampung dan membuang air limbah maupun air hujan baik yang berasal dari sebelah luar badan jalan (dari atap rumah, halaman rumah, lereng tanah di atas selokan) atau air hujan yang berasal dari permukaan jalan.

Sistem yang terakhir ini adalah yang termurah, akan tetapi mengandung risiko tanah terkontaminasi air limbah atau polusi lainnya. Drainase bawah permukaan adalah drainase yang dibuat untuk mengatasi pengaruh rembesan air, baik yang berasal dari air tanah maupun air hujan yang merembes ke dalam tanah yang kemungkinan dapat menaikkan permukaan air tanah sehingga mempengaruhi kadar air *subgrade*.

Jadi secara umum dapat dikatakan bahwa baik drainase permukaan maupun drainase bawah permukaan dibuat dengan maksud untuk menyelamatkan lapis-lapis perkerasan jalan dan *subgrade* dari pengaruh air yang merugikan.

Drainase Permukaan (*Surface Drainage*)

Drainase permukaan tanah adalah saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan. Analisa alirannya merupakan analisa *open channel flow*.

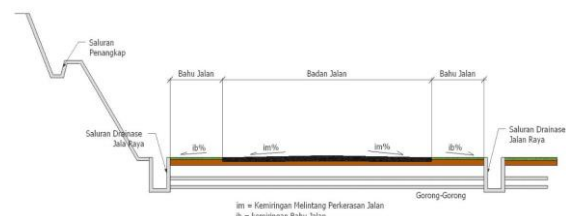
Dalam langkah awal perencanaan sistem drainase adalah analisa hidrologi, sistem drainase permukaan pada jalan raya mempunyai tiga fungsi utama, yaitu:

- Membawa air hujan dari permukaan jalan ke pembuangan air
- Menampung air tanah (dari *subdrain*) dan air permukaan yang mengalir menuju jalan
- Membawa air menyebrang alinyemen jalan secara terkendali

Fungsi pertama dan kedua dikendalikan oleh komponen drainase memanjang, sementara fungsi ketiga memerlukan drainase ketiba, seperti culvert, gorong – gorong, dan jembatan.

Sistem drainase permukaan pada prinsipnya terdiri dari :

- Kemiringan melintang pada pada perkerasan jalan dan bahu jalan
- Selokan samping
- Gorong-gorong
- Saluran penangkap



Gambar 9. Tipikal Sistem Drainase Jalan (Departemen Pekerjaan Umum 2006)

Prinsip Umum Perencanaan Drainase

- Daya guna dan hasil guna (efektif dan efisien)
Perencanaan drainase haruslah sedemikian rupa sehingga fungsi fasilitas drainase sebagai enampung, pembagi dan pembuang air dapat sepenuhnya berdaya guna dan berhasil guna.
- Ekonomis dan aman
Pemilihan dimensi dari fasilitas drainase haruslah mempertimbangkan faktor ekonomis dan faktor keamanan.

C. Pemeliharaan

Perencanaan drainase haruslah mempertimbangkan pula segi kemudahan dan nilai ekonomis dari pemilihan sistem drainase tersebut.

Kemiringan Melintang Perkerasan dan Bahu Jalan

A. Pada daerah jalan yang datar dan lurus

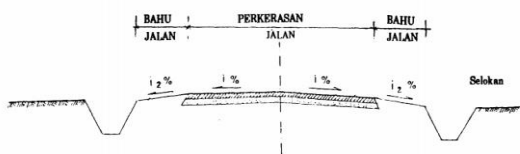
Penanganan pengendalian air untuk daerah ini biasanya dengan membuat kemiringan perkerasan dan bahu jalan mulai dari tengah perkerasan menurun/melandai kearah selokan samping. Besarnya kemiringan bahu jalan biasanya diambil 2% lebih besar daripada kemiringan permukaan jalan. Besarnya kemiringan melintang normal pada perkerasan jalan dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 1. Besarnya kemiringan melintang normal pada perkerasan jalan

No	Jenis Lapis Permukaan Jalan	Kemiringan Melintang Normal - i %
1	Beraspal, Beton	2% - 3%
2	Japat	4% - 6%
3	Kerikil	3% - 6%
4	Tanah	4% - 6%

Sumber : (Departemen Pekerjaan Umum 2006)

Berikut ini adalah gambar untuk kemiringan melintang normal pada daerah yang datar dan lurus



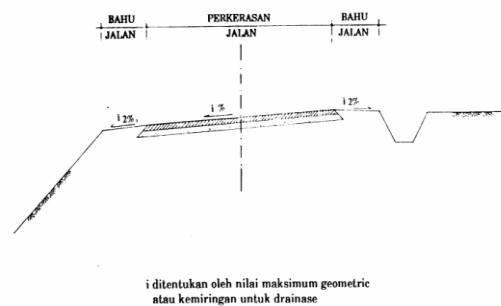
Gambar 10. Tipikal Sistem Drainase Jalan Daerah Datar (Departemen Pekerjaan Umum 2006)

B. Daerah jalan yang lurus pada tanjakan/penurunan

Penanganan pengendalian air pada daerah ini perlu mempertimbangkan pula besarnya kemiringan alinyemen vertikal jalan yang berupa tanjakan dan turunan, supaya aliran air secepatnya bisa mengalir ke selokan samping. Untuk itu maka kemiringan melintang perkerasan jalan disarankan agar menggunakan nilai-nilai maksimum.

C. Pada Daerah Tikungan

Kemiringan melintang perkerasan jalan pada daerah ini biasanya harus mempertimbangkan pula kebutuhan kemiringan jalan menurut persyaratan alinyemen horisontal jalan, karena itu kemiringan perkerasan jalan harus dimulai dari sisi luar tikungan menurun/melandai ke sisi dalam tikungan. Besarnya kemiringan pada daerah ini ditentukan oleh nilai maksimum dari kebutuhan kemiringan alinyemen horisontal atau kebutuhan kemiringan menurut keperluan drainase.



Gambar 11. Tipikal Sistem Drainase Jalan Daerah Tikungan (Departemen Pekerjaan Umum 2006)

Selokan Samping

Selokan samping adalah selokan yang dibuat disisi kiri dan kanan badan jalan.

A. Fungsi Selokan Samping

- 1) Menampung dan membuang air yang berasal dari permukaan jalan
- 2) Menampung dan membuang air yang berasal dari daerah pengaliran sekitar jalan
- 3) Dalam hal pengaliran luas sekali atau terdapat air limbah, maka untuk itu harus dibuat sistem drainase terpisah/tersendiri

B. Bahan Bangunan Selokan Samping

Pemilihan jenis material untuk selokan samping umumnya ditentukan oleh besarnya kecepatan rencana aliran air yang akan melewati selokan samping sedemikian sehingga material dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 2. Kecepatan rencana aliran air

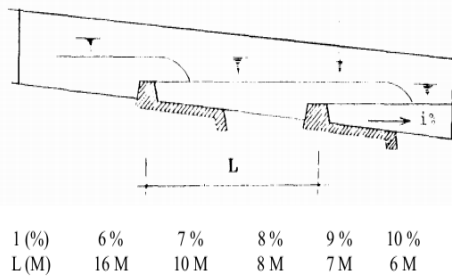
Jenis Bahan	Kecepatan aliran air yang diizinkan (m/detik)
Pasir halus	0,45
Lempung	0,50
kepasiran	0,60

Lanau aluvial	0,75
Kerikil halus	0,75
Lempung kokoh	1,10
Lempung padat	1,20
Kerikil kasar	1,50
Batu-batu besar	1,50
Pasangan batu	1,50
Beton	1,50
Beton bertulang	1,50

Sumber : (Suripin, 2004)

C. Pematah Arus (*Check Dam*)

Pada suatu selokan samping yang relatif panjang dan mempunyai kemiringan cukup besar, kadang-kadang diperlukan pematah arus (*check dam*) untuk mengurangi kecepatan aliran. Pemasangan jarak *check dam* (L) biasanya ditentukan sebagai berikut:



Gambar 12. Pemasangan jarak *check dam* (L)

D. Penampang Melintang Selokan Samping

Pemilihan tipe penampang selokan samping didasarkan atas:

- 1) Kondisi tanah dasar
- 2) Kedudukan muka air tanah
- 3) Kecepatan aliran air

E. Perhitungan Dimensi Selokan Samping

Dalam garis besar, perencanaan selokan samping mencakup tiga tahap proses sebagai berikut:

- 1) Analisis hidrologi
- 2) Perhitungan hidrolika
- 3) Gambar rencana

Analisis hidrologi dilakukan atas dasar data curah hujan, topografi daerah, karakteristik daerah pengaliran serta frekuensi banjir rencana. Hasil analisis hidrologi adalah besarnya debit air yang harus ditampung oleh selokan samping. Selanjutnya atas dasar debit yang kita peroleh maka dimensi selokan samping dapat kita rencanakan atas dasar analisa/perhitungan hidrolika.

Penanganan Masalah Ketidاكلancaran Sistem Pengaliran pada Drainase di Jalan Raya Jagawana, Sukarukun, Kab. Bekasi

1. Mengadakan penyuluhan akan pentingnya kesadaran membuang sampah.
2. Membuat bak kontrol serta saringan agar sampah yang masuk ke saluran drainase dapat dibuang dengan cepat agar tidak terjadi endapan.
3. Pemberian sanksi kepada siapapun yang melanggar aturan, terutama membuang sampah sembarangan, agar masyarakat mengetahui pentingnya manfaat saluran drainase.
4. Pembuatan saluran drainase jalan yang sesuai dengan persyaratan dari Kementerian PUPR baik dari segi bentuk maupun elevasi lahannya.
5. Mengganti material pembuatan saluran drainase jalan di Jagawana yang sebelumnya Pasangan batu menjadi material Beton (U-ditch) agar kecepatan aliran dapat lebih tinggi sehingga air dapat lebih cepat mengalir menuju saluran pembuang akhir.
6. Membuat saluran tambahan untuk mengurangi daerah tangkapan.
7. Perbaikan dan normalisasi saluran drainase, serta mengembalikan fungsi drainase yang sesungguhnya.

Penambahan untuk pengadaan ruang terbuka hijau yang berfungsi sebagai resapan air hujan.

4. Simpulan

Tingkat curah hujan merupakan faktor alami yang tidak mungkin diatur oleh tangan manusia. Oleh karena itu, untuk mengantisipasi atau menghindari kerusakan jalan perlu dilakukan pembenahan-pembenahan pada variabel atau faktor lain, diantaranya yaitu pada faktor sistem drainase. Drainase merupakan salah satu faktor terpenting dalam perencanaan jalan raya.

Curah hujan dan tingkat kerusakan jalan memiliki hubungan yang berkebalikan. Hal ini berarti semakin tinggi curah hujan yang terjadi maka umur jalan akan semakin pendek, dan sebaliknya semakin rendah curah hujan maka umur jalan pun akan semakin panjang. Sistem drainase memiliki kontribusi yang paling besar terhadap tingkat kerusakan jalan. Semakin baik sistem drainase tersebut, maka umur jalan akan semakin

panjang dan sebaliknya semakin buruk sistem drainase, maka umur jalan akan semakin pendek.

Daftar Pustaka

- [1] AASHTO. 1987. Pedoman Drainase Jalan Raya. Terjemahan oleh Sutanto. 1992. Jakarta: UI Press.
- [2] Hasmar, Halim, 2012, "Drainase Perkotaan", UII Press, Yogyakarta.
- [3] Hidayat, Taufik, 2010, "Tinjauan Perencanaan Saluran Drainase Jalan Jati
- [4] Kelurahan Tangkerang Utara Kota Pekanbaru", Tugas Akhir
- [5] Program Starata 1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik UIR.
- [6] Indarto, 2010, "Hidrologi", Bumi Aksara, Jakarta.
- [7] Kaimana, I Made, 2011, "Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air", Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [8] Notodihardjo, dkk, 1998, "Drainase Perkotaan", Universitas Tarumanegara,
- [9] Jakarta. Soemarto, CD, 1986, "Hidrologi Teknik", Penerbit Usaha Nasional, Surabaya.
- [10] Soewarno, 1995, "Hidrologi", Nova, Bandung.
- [11] Sosrodarsono, Suyono, 1999, "Hidrologi Untuk Pengairan", PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- [12] Sri Harto, Br, 1995, "Analisa Hidrologi", Penerbit Gramedia, Jakarta.
- [13] Suripin, 2004, "Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan" Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [14] Suryapraja, Dipo, "Perencanaan Sistem Drainase Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Surabaya-Mojokerto Seksi A," Tugas Akhir Program Starata 1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik ITS.
- [15] Wilson, E.M, 1993, "Hidrologi Teknik", Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [16] Aditya, H. F. S. (2020). Sikap Masyarakat dalam upaya penanggulangan banjir di kota bandar lampung. Skripsi. Universitas Lampung, Bandar Lampung. <http://digilib.unila.ac.id>
- [17] Kuswadi, D., Zulkarnain, I., & Suprpto, S. (2014). Identifikasi Wilayah Rawan Banjir Kota Bandar Lampung Dengan Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG). Jurnal Ilmiah Teknik Pertanian-TekTan, 6(1), 22-33.
- [18] Purwadi, O. T., Yulianto, H., & Mashabi, M. (2014). Lubang Resapan Biopori Sebuah Strategi untuk Memanfaatkan Air Hujan dalam Menjaga Kelestarian Sumber Air di Kota Bandar LAMPUNG. Rekayasa: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung, 18(1), 47-58.
- [19] Putri, F. A., & Siswosukarto, S. (2018). Unjuk kerja system drinaseporous dalam penanganan genangan di halaman Candi Prambanan berdasarkan simulasi numerik. Jurnal Teknik Sipil ITP, ISSN 2354-8452 E-ISSN 2614-414X, 5(1), 45-54.
- [20] Rifa'i, A., Lestari, N.P. & Yasufuku, N. (2016). Drainage System of Prambanan Temple Yard Using NoFine Concrete of Volcanic Ash And Bantak Merapi. International Journal of Geomate, Vol 11 (25), pp. 2499-2505