

EVALUASI SISTEM SALURAN DRAINASE DI RUAS JALAN SOLO SRAGEN KABUPATEN KARANGANYAR

Ajeng Kusuma Dewi¹, Ary Setiawan², Agus P Saido³

¹Mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

²Pengajar Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret,

Jl. Ir. Sutamai 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524 Email: ajengkusumadewi@ymail.com

Abstract

Channel drainage system in Solo Sragen highway, Karanganyar is open channel drainage system. In the land use area close to the drainage, there are residences area which can cause puddle around the channel if it occurs high intensity. Because the catchment area can not accommodate the existing water volume. The purpose of the research is to compare between existing discharge and design discharge. The method used in this research is descriptive quantitative. Rainfall characteristics are seen from the line tendency of watershed rainfall for maximum daily rainfall data and the annual rainfall data. Rainfall distribution validity test is Smirnov Kolmogorov test. This analysis using Rational and using Microsoft Excel 2010 for determining accurate rainfall station and examining rainfall data. According to analyze data, it can be chose and determined Silamat rainfall station and Kebakkramat rainfall station used in design discharge calculation with Rational method for drainage planning Solo Sragen highway (Sta 6+500 – Sta 10+500) and the condition of drainage in flowing the flood doesn't fulfill, due to the discharge design (Q_{design}) is greater than the discharge existing ($Q_{existing}$) thus channel drainage overflow and caused puddles in the road surface.

Keywords : Drainage, Rainfall characteristics, Discharge.

Abstrak

Sistem saluran drainase di ruas Jalan Solo Sragen, Kabupaten Karanganyar merupakan sistem saluran drainase terbuka. Pada tata guna lahan sekitar lokasi drainase tersebut terdapat lahan permukiman yang berpotensi terjadi genangan di sekitar saluran jika terjadi hujan dengan intensitas tinggi. Hal ini disebabkan *catchment area* tidak mampu menampung volume debit air yang ada. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan debit eksisting dan debit rencana. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif. Karakteristik hujan dapat dilihat dari kecendrungan hujan harian maksimum wilayah dan hujan tahunan. Pengujian validitas distribusi hujan menggunakan metode Smirnov Kolmogorov. Analisis ini menggunakan metode Rasional dan menggunakan bantuan Microsoft Excel 2010 untuk menentukan lokasi stasiun hujan yang akurat dan pengujian data curah hujan. Berdasarkan hasil pembahasan, maka dapat ditentukan Stasiun Hujan Silamat dan Stasiun Hujan Kebakkramat yang digunakan dalam perhitungan debit rencana dengan metode Rasional untuk perencanaan drainase Jalan Solo – Sragen (Sta 6+500 – Sta 10+500) dan kondisi drainase dalam mengalirkan banjir tidak memenuhi karena debit rencana ($Q_{rencana}$) lebih besar dibandingkan debit eksisting ($Q_{eksisting}$) sehingga saluran drainase meluap dan terdapat genangan air di permukaan jalan.

Kata Kunci : Drainase, Karakteristik hujan, Debit

PENDAHULUAN

Kata drainase berasal dari kata *drainage* yang artinya mengeringkan atau mengalirkan. Drainase merupakan sarana atau prasarana untuk mengalirkan air hujan dari suatu tempat ke tempat yang lain. Pada dasarnya sistem drainase dibagi menjadi dua macam, yaitu sistem drainase tertutup dan sistem drainase terbuka. Sistem drainase tertutup jarang dipakai di daerah tersebut karena dibutuhkan biaya untuk pembuatan resapannya, sedangkan untuk sistem saluran drainase terbuka tidak membutuhkan bak resapan. Sistem saluran drainase di ruas Jalan Solo Sragen, Kabupaten Karanganyar merupakan sistem saluran drainase terbuka. Pada tata guna lahan sekitar lokasi drainase tersebut terdapat lahan permukiman yang berpotensi terjadi genangan di sekitar saluran jika terjadi hujan dengan intensitas tinggi. Hal ini disebabkan *catchment area* tidak mampu menampung volume debit air yang ada dan tidak dapat menerima curah hujan di saluran drainase tersebut yang disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain penggunaan data – data hujan untuk perhitungan drainase yang diperoleh dari stasiun hujan.

DASAR TEORI

Tinjauan Pustaka

Prayogi dan Marisa (2007) melakukan penelitian tentang evaluasi permasalahan sistem drainase Kawasan Jeruk Purut, Kecamatan Pasar Minggu, Kotamadya Jakarta Selatan. Banjir pada kawasan ini disebabkan oleh saluran yang ada pada sistem drainase kawasan Jeruk Purut sudah tidak mampu menampung air hujan sehingga air hujan melimpas ke jalan. Untuk menangani permasalahan banjir pada Kawasan Jeruk Purut ini, perlu ditinjau kondisi eksisting saluran secara keseluruhan, yaitu dengan melakukan evaluasi kondisi eksisting sehingga dapat diajukan beberapa alternatif pemecahan masalah banjir pada Kawasan Jeruk Purut. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa permasalahan-permasalahan tersebut menyebabkan perbedaan debit antara limpasan yang terjadi dan eksisting sehingga saluran tidak cukup lagi mengalirkan air hujan pada kondisi saat ini.

Haryono Sukarto (1999), drainase adalah suatu ilmu untuk pengeringan tanah. Drainase (*drainage*) berasal dari kata *to drain* yang berarti mengeringkan atau mengalirkan air dan merupakan terminologi yang digunakan untuk menyatakan sistem – sistem yang berkaitan dengan penanganan masalah kelebihan air, baik di atas maupun di bawah permukaan tanah.

Fungsi Drainase Perkotaan, antara lain :

- a. Mengeringkan bagian wilayah kota yang permukaan lahannya lebih rendah dari genangan.
- b. Mengalirkan kelebihan air permukaan ke badan air terdekat secepatnya agar tidak membanjiri atau menggenangi kota yang dapat merusak selain harta benda masyarakat juga infrastruktur perkotaan.
- c. Mengendalikan sebagian air permukaan akibat hujan yang dapat dimanfaatkan untuk persediaan air dan kehidupan akuatik.
- d. Meresapkan air permukaan untuk menjaga kelestarian air tanah.

Data Hujan

Besaran hujan adalah masukan yang terpenting dalam analisis transformasi hujan-aliran, sehingga apabila kesalahan yang terdapat pada data hujan terlalu besar maka hasil analisis yang dilakukan pantas diragukan (Sri Harto, 1993). Oleh karena itu, perlu dilakukan uji kualitas data hujan.

1. Uji Kepanggahan

Uji kepanggahan dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan-persamaan berikut:

$$S_k^* = \sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y}), \text{ dengan } k = 1, 2, 3, \dots, n \dots\dots\dots [1]$$

$$S_0^* = 0 \dots\dots\dots [2]$$

$$S_k^{**} = \frac{S_k^*}{D_y}, \text{ dengan } k = 0, 1, 2, 3, \dots, n \dots\dots\dots [3]$$

$$D_y^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(Y_i - \bar{Y})^2}{n} \dots\dots\dots [4]$$

Dengan :

- Y_i = data hujan ke- i ,
- \bar{Y} = data hujan rerata $-i$,
- D_y = deviasi standar,
- n = jumlah data

Untuk uji kepanggahan digunakan cara statistik:

$$Q = \text{maks} | S_k^{**} |, 0 \leq k \leq n, \text{ atau}$$

$$R = \text{maksimum} S_k^{**} - \text{minimum} S_k^{**}, \text{ dengan } 0 \leq k \leq n$$

Nilai kritik Q dan R dapat dilihat pada tabel Nilai kritik Q dan R

2. Analisis Frekuensi data hujan

Analisis frekuensi adalah suatu analisa data hidrologi dengan menggunakan statistika yang bertujuan untuk memprediksi suatu besaran hujan atau debit dengan masa ulang tertentu. Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya, kala ulang (*return period*) diartikan sebagai waktu dimana hujan atau debit dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui sekali dalam jangka waktu tersebut.

Perhitungan Hujan Periode Kala Ulang

a. Distribusi Normal

Sri Harto (1993) memberikan sifat-sifat distribusi normal, yaitu nilai koefisien kemelencengan (*Skewness*) sama dengan nol ($C_s \approx 0$) dan nilai koefisien kurtosis $C_k \approx 3$.

Selain itu terdapat sifat-sifat distribusi frekuensi kumulatif berikut ini:

$$P(\bar{x} - s) = 15,87 \%$$

$$P(\bar{x}) = 50 \%$$

$$P(\bar{x} + s) = 84,14 \%$$

b. Distribusi Log Normal

Distribusi Log Normal digunakan apabila nilai-nilai dari variabel random tidak mengikuti distribusi normal, tetapi nilai logaritmanya memenuhi distribusi normal (Bambang Triatmodjo,2008).

Menurut Sri Harto (1993) sifat-sifat distribusi Log Normal sebagai berikut:

Koefisien kemelencengan : $C_s=C_r^3+3C_r$ [5]

Koefisien kurtosis : $C_k=C_r^8+6C_r^6+15C_r^4+16C_r^2+3$ [6]

c. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel banyak digunakan untuk analisis data maksimum, seperti untuk analisis frekuensi banjir.

Distribusi Gumbel mempunyai sifat:

Koefisien kemelencengan : $C_s=1,14$ [7]

Koefisien kurtosis : $C_k=5,4$ [8]

d. Distribusi Log Pearson III

Bambang Triatmodjo (2008) memberikan penentuan jenis distribusi berdasarkan parameter statistik sebagaimana ditunjukkan pada tabel parameter statistik untuk menentukan jenis distribusi.

Debit Banjir Rencana

a. Metode Rasional

Metode ini dapat menggambarkan hubungan antara debit limpasan dengan besar curah hujan. Dengan demikian maka laju pengaliran maksimum terjadi jika lama waktu hujan sama dengan waktu konsentrasi daerah alirannya. Metode Rasional adalah suatu metode empiris dalam hidrologi. Rumus matematis metode ini adalah :

$$Q_p = K_r C I A \dots\dots\dots [9]$$

Dengan :

Q_p : debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan dengan intensitas durasi dan frekuensi tertentu (m^3/d),

K_r : nilai konversi,

I : intensitas hujan (mm/jam),

A : luas daerah tangkapan (km^2).

C : koefisien aliran yang tergantung pada jenis permukaan lahan

Konsep Sistem Informasi Geografis

Prahasta (2002) menerangkan bahwa Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sebuah sistem manajemen informasi yang menyeluruh, di dalamnya termasuk kegiatan survei, pemetaan, katografi, fotogrametri, penginderaan jarak jauh dan ilmu komputer. Sistem Informasi Geografis (SIG) dijabarkan sebagai kumpulan yang terorganisir dari perangkat keras computer, perangkat lunak, data geografi, dan personel yang didesain untuk memperoleh, menyimpan, memperbaiki, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan semua bentuk informasi yang bereferensi geografis. Dengan demikian, basis analisis dari SIG adalah data spasial dalam bentuk digital yang diperoleh melalui data satelit atau data lain terdigitasi. Dalam SIG terdapat berbagai peran dari berbagai unsur, baik manusia sebagai ahli dan operator, perangkat alat (lunak atau keras) maupun objek permasalahan. Pemanfaatan SIG secara terpadu dalam sistem pengolahan citra digital adalah untuk memperbaiki hasil klasifikasi. Dengan demikian, peranan teknologi SIG dapat diterapkan pada operasional penginderaan jauh satelit.

Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat diuraikan menjadi beberapa sistem, antara lain :

a. Data Input

Subsistem ini bertugas untuk mengumpulkan dan mempersiapkan data spasial dan atribut dari berbagai sumber. Subsistem ini bertanggung jawab dalam mengkonversi dan mentransformasikan format – format data aslinya ke dalam format yang dapat digunakan oleh SIG.

b. Data Output

Subsistem ini bertugas untuk menampilkan atau menghasilkan keluaran seluruh atau sebagian basis data, baik dalam bentuk *softcopy* atau *hardcopy* seperti tabel, grafik, peta, lain – lain.

c. Penyimpanan Data

Subsistem ini bertugas untuk mengorganisasikan, baik data spasial maupun atribut ke dalam sebuah basis data sedemikian rupa sehingga mudah dipanggil, mudah diup data, dan diedit.

d. Manipulasi dan Analisis Data

Subsistem ini bertugas untuk menentukan informasi yang dapat dihasilkan oleh SIG dan melakukan manipulasi dan pemodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan.

METODOLOGI PENELITIAN

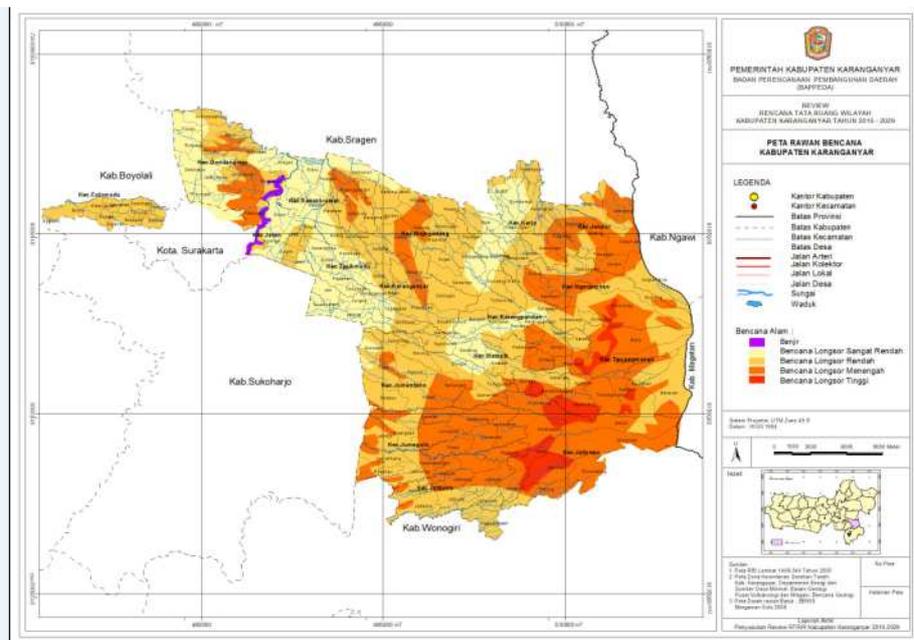
Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah pengumpulan data primer yang merupakan data yang diperoleh langsung dari pengamatan langsung di lapangan, yaitu berupa data dimensi saluran drainase di ruas jalan Solo Sragen KM 6+500 sampai 10+500 dan pengumpulan data sekunder yang merupakan data yang sudah ada dan diperoleh dari pihak lain yang berkaitan dengan penelitian ini. Data sekunder meliputi data curah hujan dan peta dasar RBI. Data - data sekunder diperoleh dari Pengelolaan Sumber Daya Air Karanganyar.

Tahapan Penelitian

1. Pengumpulan data: pengumpulan data primer dan data sekunder.
2. Perhitungan data primer:
 - Perhitungan dimensi saluran rencana kala ulang.
 - Perhitungan debit eksisting.
3. Perhitungan data sekunder:
 - Mengumpulkan data masing – masing stasiun hujan.
 - Melakukan uji kepenggahan data hujan.
 - Pemilihan jenis distribusi frekuensi.
 - Uji jenis distribusi yang terpilih (Uji Smirnov Kolmogorov).
 - Perhitungan waktu konsentrasi.
 - Perhitungan intensitas hujan.
 - Perhitungan debit dengan metode Rasional.
 - Membandingkan debit rencana.
 - Memilih debit rencana yang terbesar.
4. Perbandingan antara debit rencana dan debit eksisting.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN



Gambar 1 Peta Bencana

Keterangan :

 = Peta banjir (lokasi yang dituju)

Hujan Harian Maksimum Tahunan

Data hujan harian maksimum tahunan di Stasiun Hujan Silamat, Wilayah Karanganyar dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Hujan Silamat

| NO | Nama Stasiun Tahun | Silamat |
|----|--------------------|---------|
| 1 | 1990 | 84 |
| 2 | 1991 | 110 |
| 3 | 1992 | 96 |
| 4 | 1993 | 102 |
| 5 | 1994 | 89 |
| 6 | 1995 | 95 |
| 7 | 1996 | 79 |
| 8 | 1997 | 47 |

Debit Banjir Rencana

Nilai $Q_{RAPS\text{hit}}(\text{maks})$ di stasiun hujan Silamat terdapat pada tahun 1990 dengan nilai Q Absolut adalah 2,414 dan nilai Q/\sqrt{n} sebesar 0.9. Selanjutnya nilai Q/\sqrt{n} akan dibandingkan dengan nilai kritik yang terdapat pada Tabel 2.1 dengan $n=8$ dan *Confidence Interval* 90%. Hasil dari perbandingan adalah $Q_{RAPS\text{hit}}/\sqrt{n} < Q_{RAPS\text{kritik}}$ yang berarti stasiun hujan Silamat adalah panggah. Hasil uji kepanggaan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Uji Kepanggaan stasiun hujan Silamat

| No | Nama Stasiun Pencatat Hujan | Q Abs Maks Abs | Q/sqrt(n) | Nilai Kritik Q | Keterangan |
|----|-----------------------------|----------------|-----------|----------------|------------|
| 1 | Silamat | 2,226 | 0,8 | < 1.058 | Panggah |

Hujan Rencana

Tabel 3 Hujan Rencana Dengan Berbagai Kala Ulang Dari Data Stasiun Hujan Silamat

| T | G | G.S | ln Xi + G.S | Rt |
|----|-------|-------|-------------|--------|
| 2 | 0.307 | 0.081 | 4.529 | 92.593 |
| 5 | 0.319 | 0.084 | 4.532 | 92.886 |
| 10 | 0.330 | 0.087 | 4.535 | 93.155 |
| 25 | 0.341 | 0.090 | 4.538 | 93.425 |
| 50 | 0.351 | 0.092 | 4.540 | 93.672 |

Tabel 4 Hasil Perhitungan Debit Aliran Pada Jalan Solo Sragen Dari Stasiun Hujan Silamat

| No. Sal. | Stasiun | Qrencana m ³ /det |
|----------|---------|------------------------------|
| 1 | 6+500 | 0.3448 |
| 2 | 7+500 | 0.6899 |
| 3 | 8+500 | 1.2431 |
| 4 | 9+500 | 1.6543 |
| 5 | 10+500 | 2.0795 |

Hujan Harian Maksimum Tahunan

Data hujan harian maksimum tahunan di Stasiun Hujan Kebakkramat, Wilayah Karanganyar dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Data Hujan Kebakkramat

| NO | Nama Stasiun Tahun | Kebakkramat |
|----|--------------------|-------------|
| 1 | 1990 | 70 |
| 2 | 1991 | 63 |
| 3 | 1992 | 94 |
| 4 | 1993 | 80 |
| 5 | 1994 | 30 |
| 6 | 1995 | 86 |
| 7 | 1996 | 85 |
| 8 | 1997 | 120 |

Debit Banjir Rencana

Nilai $Q_{RAP5hit (maks)}$ di stasiun hujan Kebakkraamt terdapat pada tahun 1990 Kebakkramat terdapat pada tahun 1990 dengan nilai Q Absolut adalah 1,731 dan nilai Q/\sqrt{n} sebesar 0,6. Selanjutnya nilai Q/\sqrt{n} akan dibandingkan dengan nilai kritik yang terdapat pada Tabel 2.1 dengan $n = 8$ dan Confidence Interval 90%. Hasil dari perbandingan adalah $Q_{hit}/\sqrt{n} < Q_{kritik}$ yang berarti stasiun hujan Kebakkramat adalah panggah. Hasil uji kepanggahan Stasiun Hujan Silamat dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Uji Kepanggahan Stasiun Hujan Kebakkramat

| No | Nama Stasiun Pencatat Hujan | Q Abs Maks Abs | Q/sqrt(n) | Nilai Kritik Q | Keterangan |
|----|-----------------------------|----------------|-----------|----------------|------------|
| 1 | Kebakkramat | 1,731 | 0,6 | < 1.056 | Panggah |

Hujan Rencana

Tabel 7 Hujan Rencana Dengan Berbagai Kala Ulang Dari Data Stasiun Hujan Kebakkramat

| T | G | G.S | ln Xi + G.S | Rt |
|----|-------|-------|-------------|--------|
| 2 | 0.254 | 0.104 | 4.405 | 81.801 |
| 5 | 0.268 | 0.110 | 4.410 | 82.273 |
| 10 | 0.282 | 0.116 | 4.416 | 82.747 |
| 25 | 0.294 | 0.121 | 4.421 | 83.157 |
| 50 | 0.307 | 0.126 | 4.427 | 83.602 |

Tabel 8 Hasil Perhitungan Debit Aliran Pada Jalan Solo Sragen Dari Data Stasiun Hujan Kebakkramat

| No. Sal. | Stasiun | Qrencana m ³ /det |
|----------|---------|------------------------------|
| 1 | 6+500 | 0.3028 |
| 2 | 7+500 | 0.6058 |
| 3 | 8+500 | 1.0915 |
| 4 | 9+500 | 1.4527 |
| 5 | 10+500 | 1.8260 |

Tabel 9 Hasil Perhitungan Debit Eksisting Jalan Solo Sragen

| No. Sal. | Stasiun | Kemiringan Sal. (S) | Qrenc. m3/det | Lebar dasar (b) m | Tinggi Muka Air (h) m | Tinggi Jagaan (w) m | Dimensi Saluran | | | Kecepatan (V) m/det | Qeksisting m3/det | Lokasi Sal. | Qeksisting < Qrenc. |
|----------|---------|------------------------|------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------|---------------|---------------------|
| | | | | | | | Luas Basah (A) m ² | Keliling Basah (P) m | Jari Hidrolis (R) m | | | | |
| 1 | 6+500 | 0.002 | 0.345 | 1.0 | 0.5 | 0.2 | 0.500 | 2.000 | 0.250 | 0.140 | 0.222 | Sta 6+500 | tidak ok |
| 2 | 7+500 | 0.002 | 0.690 | 1.0 | 0.5 | 0.2 | 0.500 | 2.000 | 0.250 | 0.140 | 0.222 | Sta 7+500 | tidak ok |
| 3 | 8+500 | 0.0042 | 1.243 | 1.0 | 0.5 | 0.2 | 0.500 | 2.000 | 0.250 | 0.140 | 0.992 | Sta 8+500 | tidak ok |
| 4 | 9+500 | 0.002 | 1.654 | 1.0 | 0.5 | 0.2 | 0.500 | 2.000 | 0.250 | 0.140 | 0.222 | Sta 9+500 | tidak ok |
| 5 | 10+500 | 0.002 | 2.079 | 1.0 | 0.5 | 0.2 | 0.500 | 2.000 | 0.250 | 0.140 | 0.222 | Sta 10+500 | tidak ok |

SIMPULAN

Dari analisis data dan pembahasan, maka dapat ditarik simpulan sebagai berikut :

1. Stasiun hujan Selamat lebih tepat digunakan dalam perhitungan debit rencana dengan metode Rasional untuk perencanaan drainase Jalan Solo Sragen (Sta 6+500 – Sta 10+500)
2. Perbandingan antara debit rencana ($Q_{rencana}$) dan debit eksisting ($Q_{eksisting}$) pada perencanaan drainase Jalan Solo Sragen (sta 6+500 – sta 10+500) tidak memenuhi syarat, karena debit rencana ($Q_{rencana}$) lebih besar dibandingkan debit eksisting ($Q_{eksisting}$) sehingga saluran drainase tidak aman (meluap) dan terdapat genangan air di permukaan jalan.

REFERENSI

- Bambang Triatmojo, 2008, "*Hidrologi Terapan*", Yogyakarta: Beta Offset.
- Direktorat Jenderal Bina Marga DPU, "*Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan*", No. 008/T/BNKT/1990, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga DPU, "*Sistem Drainase Jalan*", PP No. 34 Tahun 2006, Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga DPU, "*Tata Cara Perencanaan Umum Drainase Perkotaan (SK SNI T-07-1990-F)*", Jakarta.
- Haryono, 1999, "*Drainase Perkotaan*", Departemen Pekerjaan Umum: Jakarta.
- Prahasta, 2002, "*Konsep – Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*", Bandung: Informatika.
- Sri Harto, 1993, "*Hidrologi Terapan*", Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil UGM, Yogyakarta.