

SISTEM PENGENDALI BANJIR DAN GENANGAN DI KAWASAN JALAN SATRIA KOTA PEKANBARU

Aliamad ¹⁾, Yohanna Lilis Handayani ²⁾, Bambang Sujatmoko ³⁾
¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru 28293
E-mail : aliamek.1510@gmail.com

ABSTRACT

Satria street is located at the flood plain of Sail River in Pekanbaru city which is oftenly flooded by high intensity rainfall during the rainy season. Due to its low elevation, water tends to flow and form puddles on the street area. This study aims to overcome the aforementioned problem by performing drainage normalization simulation at Satria Street using HEC-CRAS 4.1.0 software. The normalization was conducted by increasing both width and depth of the drainage ditch from the existing dimensions of 50 cm x 70 cm to 80 cm x 100 cm, and by changing the drainage slope at Satria Street. The design-flow rate an rainfall intensity was computed using rational method and mononobe method, respectively. The analysis result show that the flood problem can be coped by modifying the slope and dimensions of the drainage ditch.

Keywords: flood, drainase, Hec-Cras

PENDAHULUAN

Kota Pekanbaru merupakan ibu kota Provinsi Riau, Indonesia. Kota Pekanbaru berbatasan dengan Kabupaten Siak pada bagian barat dan timur dan Kabupaten Kampar pada bagian barat dan selatan. Kota Pekanbaru dibelah oleh Sungai Siak yang mengalir dari barat ke timur. Sungai Siak memiliki banyak anak sungai Anak sungai yang sering meluap adalah Sungai Sail. Jalan Satria adalah jalan yang terletak di bantaran Sungai Sail yang sering mengalami banjir pada saat musim hujan dengan intensitas hujan yang cukup tinggi.

Saluran drainase di Kota Pekanbaru pada umumnya tidak berfungsi secara maksimal, termasuk pada ruas jalan Satria. Lokasi yang terletak pada daerah elevasi kontur yang rendah mengakibatkan menumpuknya arah aliran air menuju jalan tersebut

sehingga menyebabkan timbulnya genangan air. Genangan air yang terjadi mengakibatkan kemacetan arus lalu lintas dan mengganggu kegiatan belajar mengajar serta kegiatan warga sekitar.

Berdasarkan uraian di atas, untuk menanggulangi banjir yang terjadi maka dilakukan analisa penanggulangan banjir pada ruas jalan Satria untuk menentukan alternatif penanganan masalah banjir yang tepat sesuai dengan kondisi lapangan.



Gambar 1. Banjir di Jalan Satria

TINJAUAN PUSTAKA

Drainase

Drainase berasal dari bahasa Inggris *drainage* yang mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang atau mengalihkan air. Secara umum, sistem drainase dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal (Suripin,2004).

Analisa Frekuensi

Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Kala ulang (*return periode*) adalah waktu hipotetik di mana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui.

Kala ulang yang digunakan untuk desain hidrologi sistem drainase perkotaan berpedoman pada standar yang telah ditetapkan, seperti terlihat pada Tabel 1 berikut ini.

Luas DAS (Ha)	Kala Ulang (tahun)	Metode perhitungan debit banjir
<10	2	Rasional
10 -100	2 -5	Rasional
101 -500	5 -20	Rasional
>500	10 -25	Hidrograf satuan

Tabel 1. Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan

Analisis frekuensi memerlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan. Penetapan seri data yang akan dipergunakan dalam analisis dapat dilakukan dengan dua cara (Harto, 1993).

1. Cara pertama dilakukan dengan mengambil satu data maksimum setiap tahun yang berarti jumlah data dalam seri akan sama dengan

panjang data yang tersedia. Hal ini berarti pula bahwa hanya besaran maksimum tiap tahun saja yang berpengaruh dalam analisis selanjutnya. Seri data seperti ini dikenal dengan '*maximum annual series*'. Dalam cara ini, besaran data maksimum kedua dalam suatu tahun yang mungkin lebih besar dari besaran data maksimum dalam tahun yang lain tidak diperhitungkan pengaruhnya dalam analisis.

2. Cara kedua (*partial series*) dengan menetapkan suatu batas bawah tertentu (*threshold*) dengan pertimbangan-pertimbangan tertentu. Selanjutnya, semua besaran hujan/debit yang lebih besar daripada batas bawah tersebut diambil dan dijadikan bagian seri data untuk kemudian dianalisis dengan cara-cara yang lazim.

Distribusi Log Person III

Pada situasi tertentu walau data yang diperkirakan mengikuti distribusi sudah dikonversi ke dalam bentuk logaritmis, ternyata kedekatan antara data dan teori tidak cukup kuat untuk menjustifikasi pemakaian distribusi log normal.

Salah satu distribusi dari serangkaian distribusi yang dikembangkan Person, yang menjadi perhatian ahli sumber daya air adalah Log Person tipe III.

Berikut ini langkah-langkah penggunaan distribusi Log-Person III (Suripin, 2004):

- a. Mengubah data ke dalam bentuk logaritmis, dengan persamaan

$$x = \log x \quad 1$$

- b. Menghitung harga rata-rata logaritmis:

$$\overline{\log X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log x_i}{n} \quad 2$$

- c. Menghitung harga simpangan baku:

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i - \overline{\log x})^2}{n-1} \right]^{0,5} \quad 3$$

- d. Menghitung koefisien kepeccengan:

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log x_i - \overline{\log x})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \quad 4$$

- e. Menghitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus:

$$\log x_T = \overline{\log x} + K.s \quad 5$$

Dengan :

K adalah variabel standar untuk X yang besarnya tergantung koefisien kepeccengan C_s . Tabel 2.2 memperlihatkan harga K untuk berbagai nilai kepeccengan C_s

Analisa Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air per-satuan waktu. Sifat umum intensitas hujan adalah makin singkat hujan berlangsung maka intensitasnya makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi intensitasnya.

Limpan (*run off*)

Limpan adalah air hujan yang turun dari atmosfer dalam siklus hidrologi yang tidak ditangkap oleh vegetasi atau permukaan-permukaan buatan seperti atap bangunan atau

lapisan kedap air lainnya, maka akan jatuh ke permukaan bumi dan sebagian akan menguap, berinfiltrasi, atau tersimpan dalam cekungan-cekungan (Suripin, 2004).

Koefisien Aliran Permukaan

Koefisien aliran permukaan (C) adalah suatu koefisien yang menjadi perbandingan antara besarnya jumlah air yang dialirkan oleh suatu jenis permukaan terhadap jumlah air yang ada. Faktor utama yang mempengaruhi C adalah, laju infiltrasi, kemiringan lahan, tanaman penutup tanah dan intensitas hujan.

Waktu Konsentrasi (tc)

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan air hujan yang jatuh untuk mengalir dari suatu titik terjauh sampai ke tempat keluaran DPS (titik kontrol) setelah tanah menjadi jenuh dan depresi-depresi kecil terpenuhi.

Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan membedakannya menjadi dua komponen, yaitu, waktu yang diperlukan air untuk mengalir di permukaan lahan sampai saluran terdekat (t_o) dan waktu perjalanan dari pertama masuk sampai titik keluaran (t_d)

Menentukan Debit Puncak dengan Metode Rasional

Metode rasional USSCS (1973) dikembangkan berdasarkan asumsi bahwa hujan yang terjadi mempunyai intensitas seragam dan merata diseluruh DPS selama paling sedikit sama dengan waktu konsentrasi (tc) DPS. Metode rasional dinyatakan dengan rumus:

$$Q_p = 0,002778 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Dengan :

- Q_p = debit puncak (m³/detik),
 C = koefisien pengaliran,
 I = intensitas hujan (mm/jam),
 A = luas daerah (hektar).

Analisa Jaringan Drainase Dengan Software HEC-RAS

Perangkat lunak HEC-RAS merupakan program yang digunakan untuk menghitung analisis hidraulika satu dimensi. Analisis hidraulik yang dapat dilakukan tersebut adalah perhitungan profil muka air pada aliran permanen (*steady flow*). HEC-RAS dirancang untuk mensimulasi fenomena pada jaringan saluran alami maupun buatan. Kunci utama pemodelan pada HEC-RAS adalah penggunaan representasi data geometri dan perhitungan geometri serta perhitungan hidraulika berulang.

Dasar prosedur perhitungan yang digunakan adalah pada pemecahan persamaan energi satu dimensi. Kehilangan energi dievaluasi dengan gesekan dasar (persamaan *Manning's*) dan kontraksi maupun ekspansi. Persamaan momentum digunakan pada situasi dimana profil permukaan air berubah secara cepat. Situasi ini mengikutkan perhitungan daerah pengaliran yang tercampur, perhitungan struktur hidraulik, dan mengevaluasi profil pada sungai yang berhubungan atau bercabang.

Batasan – batasan Program HEC-RAS

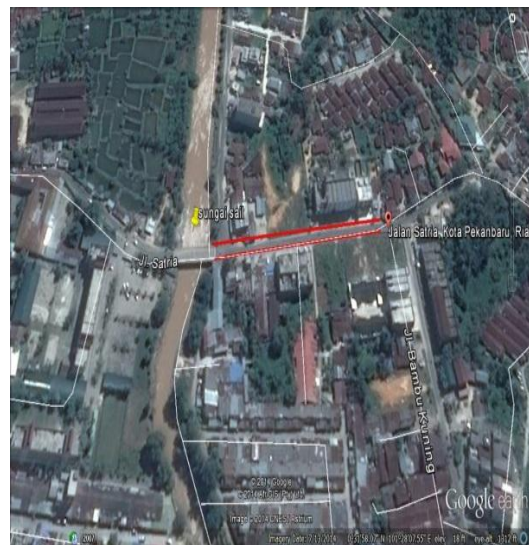
Asumsi-asumsi di bawah ini adalah implisit dalam ekspresi analitik yang digunakan pada program HEC-RAS adalah sebagai berikut ini.

1. Aliran adalah aliran permanen atau tunak (*steady flow*).
2. Aliran adalah berubah lambat lain (*gradually varied flow*), kecuali pada struktur hidraulik, seperti jembatan, gorong-gorong dan bendung. Pada lokasi-lokasi tersebut aliran dapat berubah cepat (*rapidly varied flow*).
3. Aliran adalah satu dimensi (1 – D).
4. Saluran sungai mempunyai tinggi energi yang kecil (kurang dari 10%).

METODOLOGI PENELITIAN

Kedaaan Umum Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukakan pada saluran drainase sebelah kiri dan kanan jalan Satria kota Pekanbaru, yang pembuangan akhirnya di Sungai Sail. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan harian yang diperoleh dari stasiun pencatat curah hujan Kantor Hidrologi Kecamatan Senapelan Pekanbaru dari tahun 1999 sampai dengan tahun 2013,

peta DAS Jalan Satria, dan peta topografi.

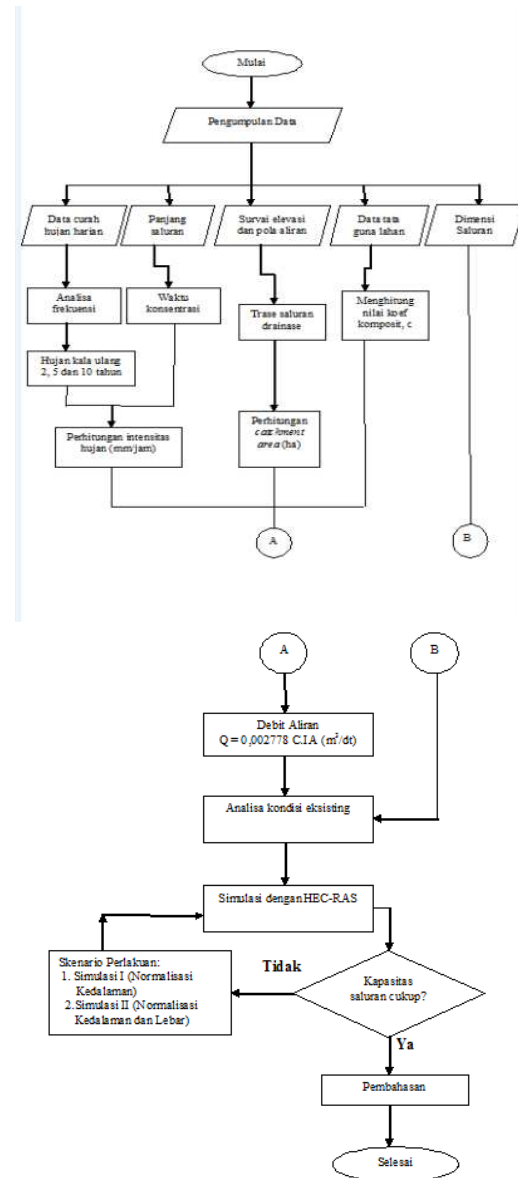
Metode Penelitian

Pengumpulan data yang diperlukan untuk penelitian ini dilakukan dengan survei lapangan. Survei lapangan dilakukan dengan pengamatan langsung kondisi drainase eksisting, arah aliran air limpasan yang terdapat di daerah tersebut dan kontur.

1. Melaksanakan survei lapangan dan pengumpulan data yang berupa data curah hujan tahun 1999 sampai dengan tahun 2013, peta topografi, arah aliran air, dan dimensi saluran drainase.
2. Analisis hidrologi
 - a. Perkiraan hujan rencana dengan kala ulang 2, 5 dan 10 tahun dilakukan dengan analisa frekuensi terhadap data curah hujan harian maksimum tahunan, dengan panjang data 15 tahun
 - b. Analisa frekuensi terhadap curah hujan menggunakan distribusi Log Pearson tipe III, distribusi Gumbel, distribusi normal, distribusi Log normal (pilih jenis distribusi yang sesuai berdasarkan nilai parameter statistik).
 - c. Distribusi analisa frekuensi yang digunakan, diuji dengan pengujian Smirnov-Kolmogorov dan Uji Chi Kuadrat
 - d. Perhitungan intensitas hujan menggunakan metode Mononobe
3. Debit banjir dihitung menggunakan rumus Rasional dengan kala ulang 2, 5 dan 10 tahun
4. Simulasi saluran menggunakan *HEC-RAS* dengan input debit kala ulang 2, 5, 10 tahun
5. Jika terjadi genangan maka dilakukan skenario normalisasi

kedalaman serta normalisasi kedalaman dan lebar saluran.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 3. Diagram alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Data Hujan

Data hujan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah curah hujan harian. Data curah hujan yang digunakan adalah curah hujan 15 tahun. Data curah hujan maksimum tahunan ini kemudian

dilakukan analisa frekuensi yang bertujuan untuk menentukan jenis distribusi yang sesuai untuk mendapatkan curah hujan rencana. Koefisien yang didapat dari hasil analisa frekuensi ini adalah koefisien skewness (Cs), koefisien variansi (Cv) dan koefisien kurtosis (Ck).

Analisa Distribusi Log Persson Tipe III

Curah hujan harian maksimum dianalisa dengan menggunakan distribusi log person tipe III. Sehingga didapatkan nilai rata-rata, standar deviasi dan koefisien skewness dari hasil perhitungannya.

Uji Kecocokan

Hasil analisis distribusi harus diuji kecocokan dengan menggunakan metode *Smirnov Kolmogorov* dan metode Chi Kuadrat. Pengujian ini ditujukan untuk meyakinkan bahwa data curah hujan yang dianalisis dengan menggunakan metode distribusi log person tipe III bisa mewakili sebaran hujan di lokasi penelitian. Pada penelitian ini, distribusi Log Persson III dapat diterima atau mewakili distribusi frekuensi di lokasi penelitian.

Analisis Intensitas Curah Hujan

Perhitungan intensitas curah hujan (I) menggunakan rumus Mononobe pada Rumus 2.18. Perhitungan intensitas hujan menggunakan kala ulang 2, 5 dan 10 tahun.

Contoh perhitungan untuk durasi hujan (t) = 1 jam dengan kala ulang 2 tahun adalah sebagai berikut.

$$I = \left[\frac{103,212}{24} \right] \left[\frac{24}{1} \right]^{\frac{2}{3}} = 35,782 \frac{mm}{jam}$$

Analisa Luas Daerah Tangkapan Aliran (DTA)

DTA merupakan area tangkapan air hujan yang akan dilayani suatu saluran.

Luas DTA dihitung menggunakan *Software Autocad* sehingga didapat luas area untuk masing-masing DTA adalah sebagai berikut :

No	Subcathment	Luas
1	C4-C5	2,881
2	C1-C2	0,18
3	C3-C2-C6-C7-C8	1,052
4	A3-A5	0,15
5	A5-A6-A7	0,105
6	A6-A7	0,132
7	A3-A2	0,252
8	A4-A2	0,274
9	A2-A1	0,289
10	B3-B1	0,078
11	B2-B1	0,374

Tabel 2. Luas Dta (daerah Tangkapan Air) Koefisien Aliran (C komposit)

Koefisien pengaliran ditentukan dengan cara mendeskripsikan tiap-tiap bagian penutup lahan yang disesuaikan dengan tabel koefisien aliran permukaan yang ada. Nilai yang dipakai dalam perhitungan debit adalah nilai koefisien gabungan (C komposit).

No	Subcathment	C komposit
1	C4-C5	0.309
2	C1-C2	0.821
3	C3-C2-C6-C7-C8	0.48
4	A3-A5	0.823
5	A5-A6-A7	0.506
6	A6-A7	0.642
7	A3-A2	0.481
8	A4-A2	0.406
9	A2-A1	0.73
10	B3-B1	0.817
11	B2-B1	0.6

Tabel 3. Perhitungan C komposit

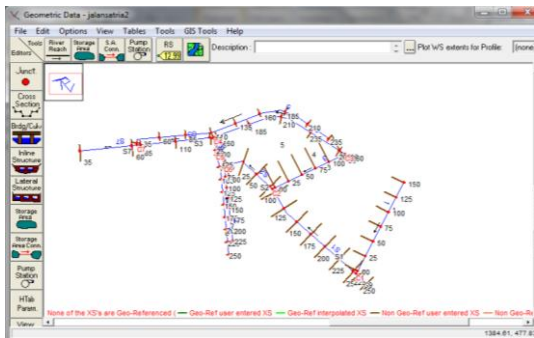
Menghitung debit banjir rencana

Debit aliran dihitung persaluran drainase, besarnya debit yang dilayani bervariasi sesuai tata guna lahan dan luas Subcathment serta intensitas hujan yang terjadi. Perhitungan debit aliran dalam

saluran dimulai dari hulu hingga ke hilir saluran.

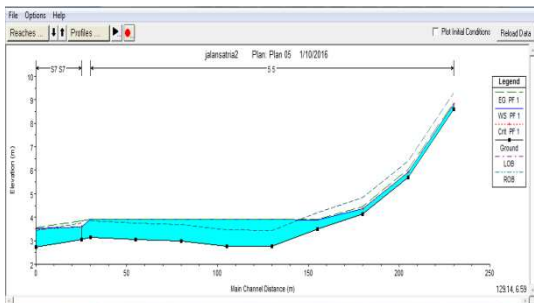
Analisa Drainase Eksisting dengan HEC-RAS

Geometri saluran drainase Jalan Satria yang berupa *layout* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Geometri saluran Simulasi profil muka air eksisting pada HEC-RAS

Hasil simulasi *long section* dengan kala ulang 10 tahun dapat dilihat pada Gambar 4. berikut ini.

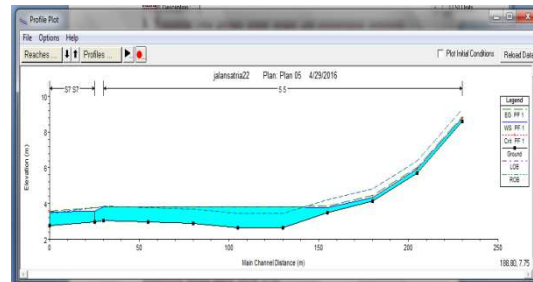


Gambar 4. *Running* Simulasi Eksisting Kala Ulang 10 Tahun

Dari hasil simulasi eksisting HEC-RAS untuk debit kala ulang 10 tahun pada saluran drainase jalan Satria dapat dilihat bahwa terjadi genangan pada saluran S7 dan S5. Kedalaman yang terjadi bervariasi, mulai dari 45 cm pada STA 135 hingga dengan 40 cm pada STA 110.

Analisa Simulasi I (Normalisasi Kedalaman)

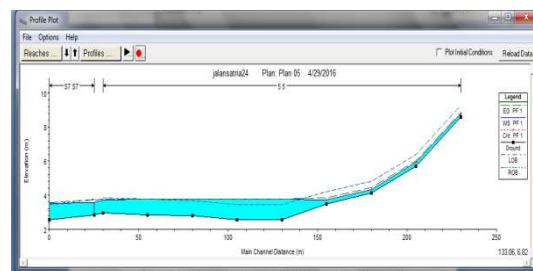
Normalisasi yang pertama adalah dengan cara menambahkan kedalaman saluran sekitar 10 cm, sehingga kedalaman saluran menjadi 80 cm.



Gambar 5 Perubahan Kedalaman Dasar Saluran Akibat Normalisasi

Hasil simulasi tersebut menunjukkan bahwa dengan melakukan penggalian kedalaman saluran sebesar 10 cm, masih belum dapat menanggulangi banjir yang terjadi secara maksimal karena masih terdapat genangan air setinggi 37 cm.

Normalisasi yang kedua adalah dengan cara menambahkan kedalaman saluran sekitar 20 cm, sehingga kedalaman saluran menjadi 90 cm.

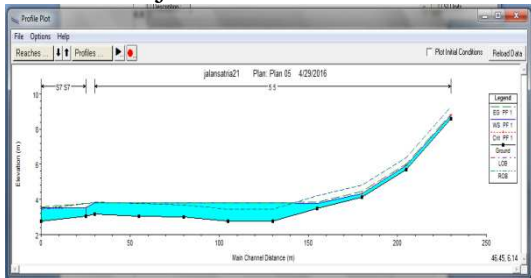


Gambar 5 Perubahan Kedalaman Dasar Saluran Akibat Normalisasi

Hasil simulasi tersebut menunjukkan bahwa dengan melakukan penggalian kedalaman saluran sebesar 10 cm, masih belum dapat menanggulangi banjir yang terjadi secara maksimal karena masih terdapat genangan air setinggi 32 cm.

Analisa Simulasi II (Normalisasi lebar)

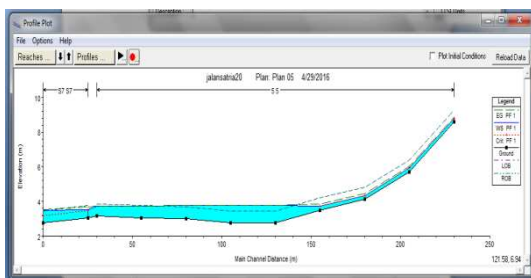
Normalisasi yang pertama adalah dengan cara memperlebar dimensi saluran sekitar 10 cm, sehingga lebar saluran menjadi 60 cm.



Gambar 6 Perubahan lebar Saluran Akibat Normalisasi

Dari hasil simulasi tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan memperlebar dimensi saluran menjadi 60 cm masih belum dapat mengatasi banjir yang terjadi di kawasan Jalan Satria Pekanbaru masih terdapat genangan sebesar 37 cm.

Normalisasi yang kedua adalah dengan cara memperlebar dimensi saluran sekitar 20 cm, sehingga lebar saluran menjadi 70 cm.



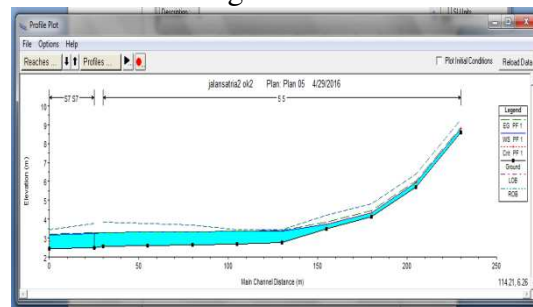
Gambar 7 Perubahan lebar Saluran Akibat Normalisasi

Dari hasil simulasi tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan memperlebar dimensi saluran menjadi 70 cm masih belum dapat mengatasi banjir yang terjadi di kawasan Jalan Satria

Pekanbaru masih terdapat genangan sebesar 30 cm.

Analisa Simulasi III (Normalisasi kedalaman, Lebar dan kemiringan dasar saluran)

Normalisasi berikutnya yang akan dilakukan yaitu dengan cara melakukan penggalian kedalaman eksisting saluran pelebaran dimensi saluran serta merubah kemiringan dasar saluran.



Gambar 8 Perubahan kedalaman dan lebar Saluran Akibat Normalisasi

Dari hasil simulasi tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan cara menambahkan kedalaman dan lebar saluran sebesar 30 cm serta mengubah kemiringan saluran dapat mengatasi masalah banjir yang terjadi di Jalan Satria Kota Pekanbaru.

KESIMPULAN

Dari hasil studi kajian penanggulangan banjir pada ruas jalan Satria, menghasilkan beberapa kesimpulan yaitu seperti yang diuraikan berikut ini.

1. Berdasarkan hasil simulasi eksisting bahwa kapasitas tidak mampu menampung debit banjir, hal ini terlihat dari banjir yang terjadi dengan genangan maksimum 45 cm untuk kala ulang 10 tahun, 39 cm untuk kala ulang 5 tahun dan 38 cm untuk kala ulang 2 tahun.

2. Alternatif normalisasi yang dilakukan ada 3 simulasi, yaitu perubahan kedalaman saluran, perubahan lebar saluran dan perubahan kedalaman dan lebar saluran disertai perubahan kemiringan saluran pada sta 35 sebesar 19,4%, sta 60 sebesar 14,7%, sta 85 sebesar 11,6%, dan sta 110 sebesar 2,17%.
3. Berdasarkan penelitian ini diperoleh bahwa HEC-RAS bisa digunakan untuk mengevaluasi kapasitas saluran dalam menanggulangi banjir.

SARAN

Beberapa saran yang dapat dikemukakan dalam kajian drainase perkotaan ini antara lain.

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan agar mengkaji lebih lanjut mengenai alternatif lain dalam penanganan banjir kota.
2. Disarankan agar sebelum melakukan penelitian sebaiknya mempersiapkan semua data-data yang diperlukan sehingga dalam penyusunan tidak mengalami kesulitan.

DAFTAR PUSTAKA

Googleearth. [online] diperoleh dari : <www.googleearth.com> diakses pada tanggal 28 Agustus 2015.

Harto, Sri Br. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.

Istiarto. 2011. *Simulasi aliran 1 dimensi dengan bantuan software HEC-RAS*. [online]. Diperoleha dari : <www.istiarto.staff.ugm.ac.id/index.php/training/modul-hec-ras> [diakses pada tanggal 27 Agustus 2015].

Istiarto. 2011. *HEC-RAS Lanjutan : Junction and Inline Structures*. [online]. Diperoleh dari : <www.istiarto.staff.ugm.ac.id/index.php/training/modul-hec-ras> [diakses pada tanggal 27 Agustus 2015].

Soemarto, C.D. 1999. *Hidrologi Teknik*. Jakarta : Erlangga.

SNI- 03-2415-1991. 1991. *Tata Cara Perhitungan Debit Banjir*. Kementerian Pekerjaan Umum.

Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta : Andi.

Triatmodjo, Bambang. 2003. *Hidrolika II*. Yogyakarta : Beta Offset.

Triatmodjo, Bambang. 2009. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta : Beta Offset.