

ANALISA DRAINASE UNTUK PENANGGULANGAN BANJIR PADA RUAS JALAN GARUDA SAKTI DI KOTA PEKANBARU MENGGUNAKAN SOFTWARE HEC-RAS

Lussy Febrianita, Bambang Sujatmoko, Yohanna Lilis Handayani

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293
E-mail : lussyfeb@gmail.com

ABSTRACT

Drainage system in Garuda Sakti street is not functioning optimally. It can be seen from the inability of drainage channels in the siphon discharge runoff. Floods cause traffic congestion and then disturbed teaching and learning activities in elementary school around the location of research. Analysis of floods was done with analyzing the drainage channels capacity and comparing it with the calculated discharge using Rational method. The analysis of drainage capacity was conducted by using HEC-RAS version 4.1.0. Drainage geometrical analysis performed on the two types of simulations with three types time period, such as five years, ten years and twenty two years. The results on the existing condition is the maximum depth of floods is 14,30 centimeters for the five years time period, 16,40 centimeters for the ten years time period and 17,40 centimeters for the twenty years time period. Normalization with excavation depth of the channels can flood prevention and tackling effort is maximal.

Key words: Flood, the rational formula, HEC-RAS

I. PENDAHULUAN

Drainase di Kota Pekanbaru pada umumnya tidak berfungsi secara maksimal, termasuk pada ruas jalan Garuda Sakti. Hal ini dapat terlihat dari tidak mampunya saluran dalam mengalirkan debit limpasan. Selain itu, kondisi topografi yang tidak rata mengakibatkan beberapa ruas saluran drainase di jalan Garuda Sakti tidak mampu mengalirkan air hingga ke pembuangan akhir.

Daerah rawan banjir di jalan ini terletak tidak jauh dari simpang jalan H.R Soebrantas yaitu di sekitar Sekolah Dasar Negeri 136 Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru. Banjir selalu terjadi saat hujan turun walaupun intensitasnya tidak besar. Hal ini disebabkan oleh lokasi yang terletak pada daerah elevasi kontur yang rendah dan hilir bagian saluran berada pada elevasi kontur yang lebih tinggi, sehingga air tidak dapat

mengalir. Genangan yang terjadi menyebabkan kemacetan lalu lintas, mengganggu kegiatan belajar mengajar serta kegiatan warga sekitar.

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

II. TINJAUAN PUSTAKA

Air di bumi mengalami suatu siklus melalui serangkaian peristiwa yang berlangsung secara terus menerus dan tidak akan ditemukan akhirnya. Serangkaian peristiwa tersebut dinamakan siklus hidrologi.

Siklus hidrologi juga dapat diartikan sebagai sebuah bentuk gerakan air laut ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah sebagai hujan atau bentuk presipitasi yang lain dan akhirnya mengalir ke laut kembali (Soemarto, 1999).

Pengertian dan Fungsi Drainase

Drainase berasal dari bahasa Inggris *drainage* yang mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang atau mengalihkan air. Dalam bidang Teknik Sipil drainase dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan atau lahan sehingga fungsi lahan dan kawasan itu tidak terganggu. 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 (*frequency*) adalah jumlah kejadian dari sebuah variat dari variabel. 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.

Analisa frekuensi bertujuan untuk menentukan besaran hujan/debit ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Di dalam analisis frekuensi diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan, baik yang manual maupun yang otomatis. Analisis ini berdasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan di masa yang akan datang. Dengan anggapan sifat statistik kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan masa lalu.

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

Tabel 1. Kriteria Desain Hidrologi Sistem Drainase Perkotaan

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

Parameter statistik data curah hujan yang perlu diperkirakan untuk pemilihan distribusi yang sesuai dengan sebaran data adalah sebagai berikut (Suripin, 2004) :

a. Curah Hujan Rata-rata (*average*)

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (1)$$

b. Standar Deviasi

$$s = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

c. Koefisien Variansi

$$C_V = \frac{s}{\bar{X}} \quad (3)$$

d. Koefisien Asimetri

$$C_S = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1) \times (n-2) \times s^3} \quad (4)$$

e. Koefisien Kurtosis

$$C_K = \frac{n^2}{(n-1) \times (n-2) \times (n-3) \times s^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4 \quad (5)$$

Selanjutnya untuk masing-masing distribusi, syarat dan cirinya sebagai berikut (Triatmodjo, 2009) :

a. distribusi normal

$$C_S \approx 0, \quad C_K \approx 3$$

$$(\bar{X} \pm s) = 68,27\%$$

$$(\bar{X} \pm 2s) = 95,44\%$$

b. distribusi log normal

$$C_S = C_V^3 + 3 C_V$$

$$C_K = C_V^8 + 6 C_V^6 + 15 C_V^4 + 16 C_V^2 + 3$$

c. distribusi gumbel

$$C_S \approx 1,14, \quad C_K \approx 5,4$$

d. distribusi log person III

jika tidak menunjukkan sifat dari ketiga distribusi di atas, garis probabilitasnya berupa garis lengkung.

Koefisien Aliran Permukaan (C)

Koefisien aliran permukaan adalah suatu koefisien yang menjadi perbandingan antara besarnya jumlah

air yang dialirkan oleh suatu jenis permukaan terhadap jumlah air yang ada. Persamaan untuk menghitung koefisien aliran permukaan :

$$C_{\text{komposit}} = \frac{\sum_{i=1}^n (C_i \times A_i)}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (6)$$

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.

Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus mononobe (Suripin, 2004).

Persamaan yang digunakan untuk menghitung intensitas hujan adalah sebagai berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (7)$$

Waktu Konsentrasi (t_c)

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

Waktu konsentrasi dapat juga 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), sehingga (Suripin, 2004) :

$$t_c = t_o + t_d$$

t_o dan t_d yang diperoleh dengan rumus berikut :

$$t_o = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right] \text{ menit} \quad (8)$$

$$t_d = \frac{L_s}{60 \times v} \text{ menit} \quad (9)$$

Debit Puncak Metode Rasional

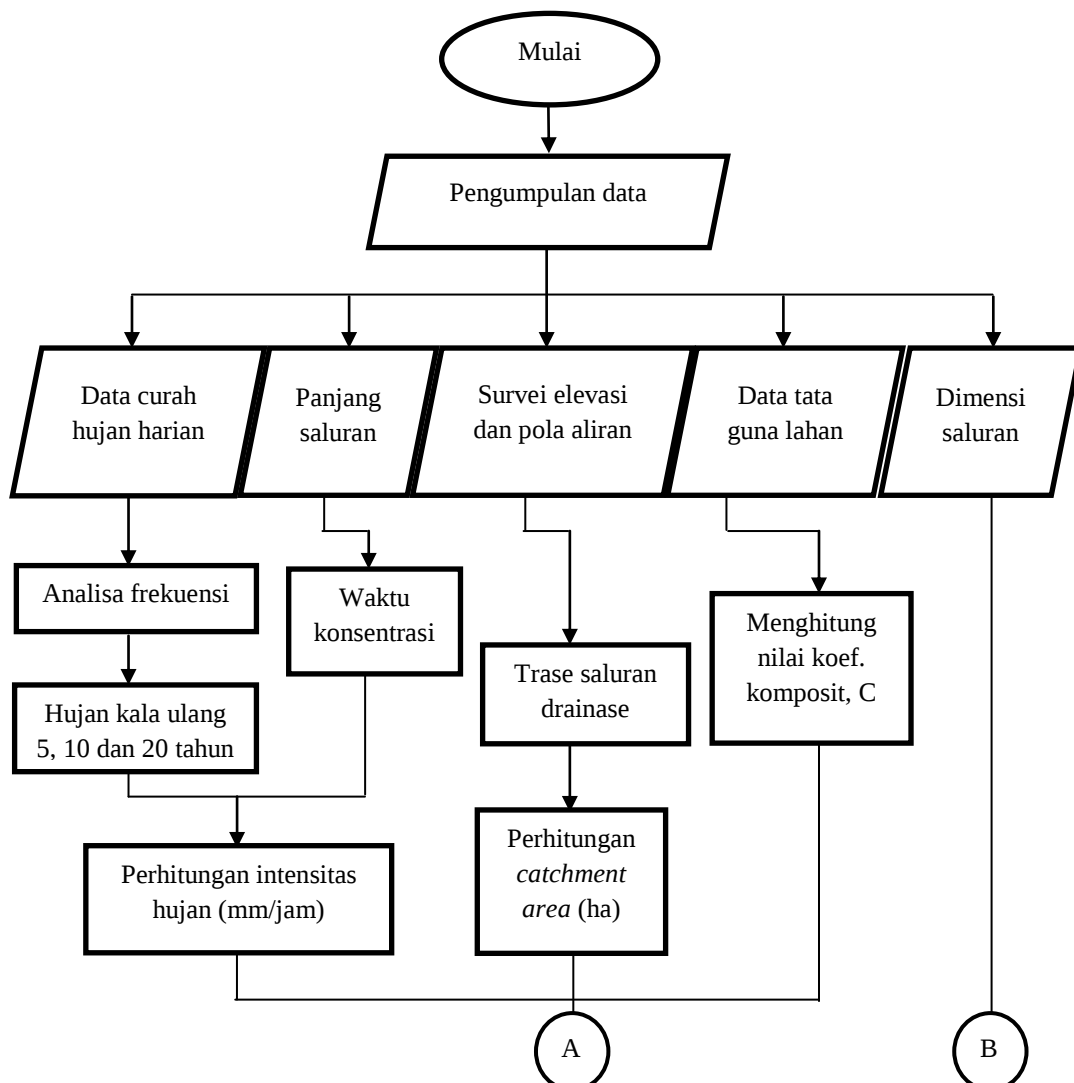
Metode rasional dikembangkan berdasarkan asumsi bahwa hujan yang terjadi mempunyai intensitas seragam dan merata diseluruh DAS selama paling sedikit sama dengan waktu konsentrasi. Metode rasional dinyatakan dengan rumus :

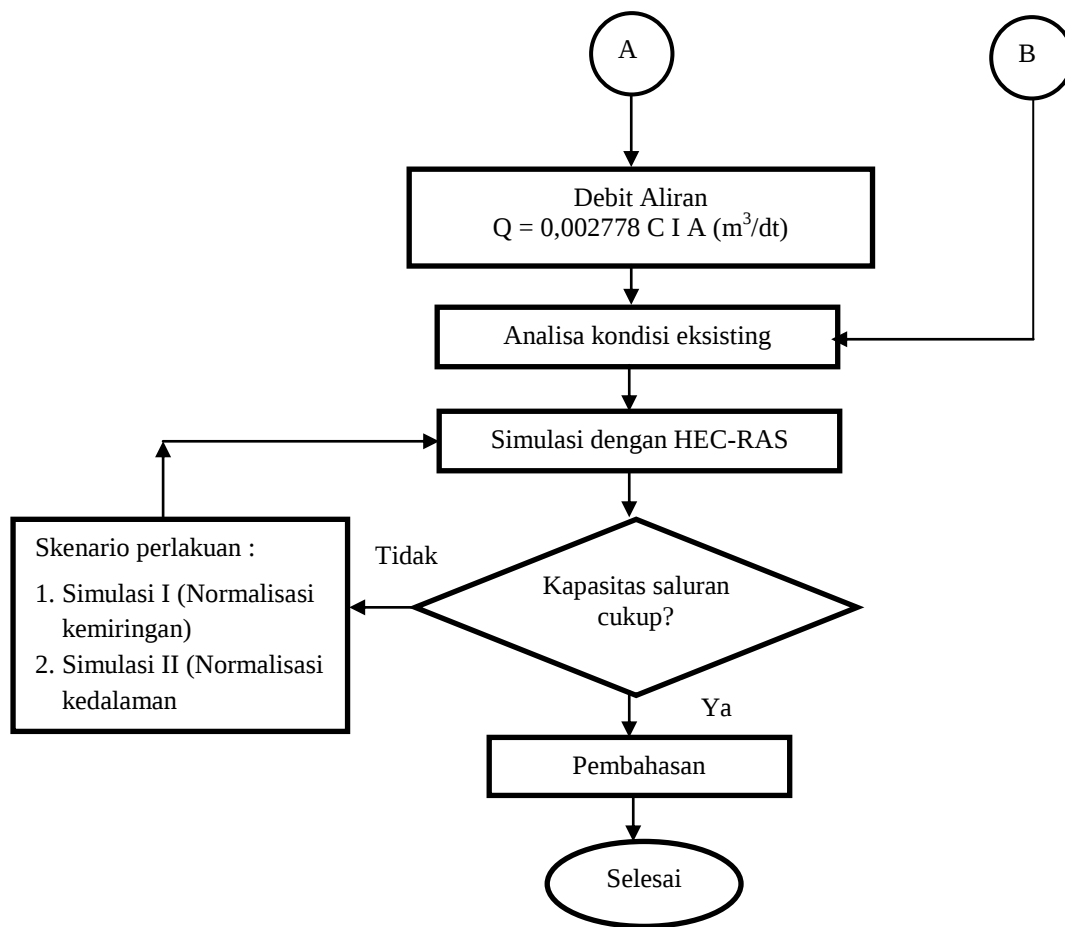
$$Q_p = 0,002778 \times C \times I \times A \quad (10)$$

Software HEC-RAS

Alat bantu analisa yang digunakan dalam penelitian ini adalah *software Hydrologic Engineering Center-River Analysis System* (HEC-RAS) 4.1.0. HEC-RAS ini mampu memprediksi genangan dan kapasitas saluran.

Langkah-langkah simulasi aliran dengan memakai model fisik atau model matematik pada prinsipnya terdiri dari lima langkah pokok, yaitu (istiarto, 2012) :





Gambar 1. Bagan alir penelitian

1. penyiapan tempat,
2. peniruan geometri sungai/saluran,
3. peniruan aliran,
4. pengukuran atau hitungan kecepatan dan kedalaman aliran,
5. presentasi dan interpretasi hasil.

III.METODOLOGI PENELITIAN

Pengumpulan data yang diperlukan untuk penelitian ini dilakukan dengan survei lapangan dan survei instansional. Survei lapangan dilakukan dengan pengamatan langsung kondisi drainase eksisting, arah aliran air limpasan dan kontur. Sedangkan survei instansional dengan mengumpulkan data curah hujan dan

peta topografi ke Dinas Pekerjaan Umum.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam bagan alir penelitian pada Gambar 1.

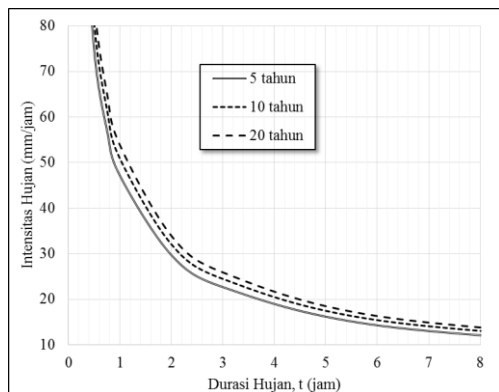
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi Log Person III

Hasil perhitungan analisa frekuensi diperoleh nilai deviasi standar (s) sebesar 26,66, koefisien Skewness (Cs) sebesar -0,30 dan koefisien kurtosis (Ck) sebesar 2,95. Dengan demikian jenis distribusi yang sesuai dengan data tersebut adalah distribusi Log Person III.

Hasil perhitungan hujan untuk berbagai kala ulang dengan menggunakan distribusi Log Person III, diplot dalam bentuk grafik IDF (Intensitas Durasi Frekuensi).

Hasil plot tersebut disajikan dalam garafik pada Gambar 2. Grafik tersebut terdiri dari 3 kala ulang berbeda, yaitu 5, 10 dan 20 tahun.

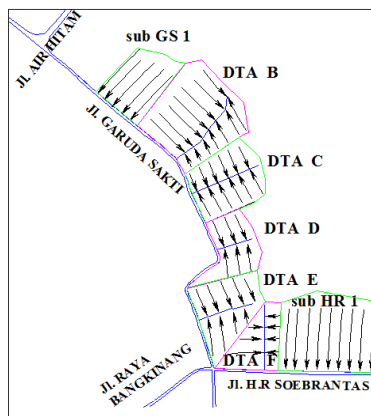


Gambar 2. Grafik IDF

Daerah Tangkapan Aliran (DTA)

Luas area untuk masing-masing DTA adalah sebagai berikut :

1. Sub GS 1 sebesar 22,227 ha,
2. DTA B sebesar 41,735 ha,
3. DTA C sebesar 27,935 ha,
4. DTA D sebesar 20,068 ha,
5. DTA E sebesar 27,951 ha,
6. DTA F sebesar 19,313 ha,
7. Sub HR 1 sebesar 44,395 ha.



Gambar 3. Batas Catchment Area

Debit

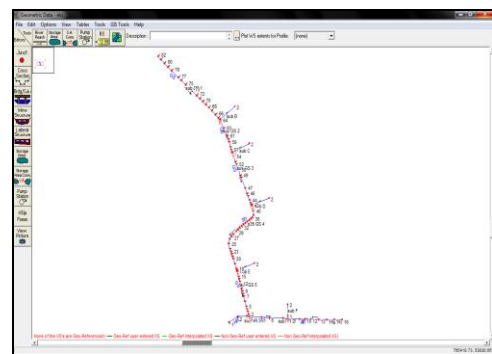
Perhitungan Debit dengan menggunakan rumus rasional pada kala ulang 20 tahun dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2. Debit Kala Ulang 20 Tahun

No.	Lokasi	C_{komp}	I (mm/ jam)	A (ha)	Debit (m ³ /dt)
1	sub GS 1	0,43	1,43	22,227	0,0382
2	DTA B	0,48	1,59	41,735	0,0895
3	DTA C	0,44	1,71	27,935	0,0591
4	DTA D	0,50	3,40	20,068	0,0943
5	DTA E	0,58	2,59	27,951	0,1173
6	DTA F	0,68	2,85	19,313	0,1045
7	sub HR 1	0,30	2,27	44,395	0,0831

Simulasi HEC-RAS

Data utama yang dibutuhkan HEC-RAS pada suatu *project* antara lain : data potongan melintang saluran, jarak antara potongan melintang (panjang jangkauan), koefisien kekasaran, koefisien kehilangan energi, dan data pada percabangan saluran. Geometri saluran sebelah kanan jalan Garuda Sakti yang berupa *layout* dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4. Layout Eksisting Saluran Drainase Sebelah Kanan Jalan Garuda Sakti

Penelitian ini terdiri dari saluran HR, GS, DTA B, DTA C, DTA D, DTA E, dan DTA F.

Saluran HR dibagi menjadi 3 segmen yaitu :

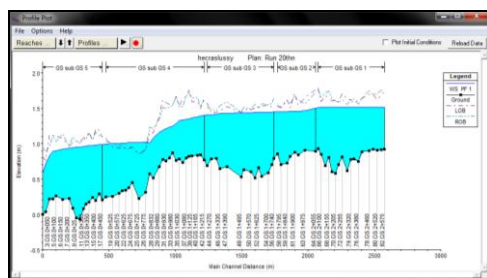
- Sub HR 3 yang terdiri dari 4 *cross section* (1-4)
- Sub HR 2 yang terdiri dari 3 *cross section* (5-7)
- Sub HR 1 yang terdiri dari 9 *cross section* (8-16)

Saluran GS dibagi menjadi 5 segmen yaitu :

- Sub GS 5 yang terdiri dari 17 *cross section* (1-17)
- Sub GS 4 yang terdiri dari 25 *cross section* (18-42)
- Sub GS 3 yang terdiri dari 14 *cross section* (43-56)
- Sub GS 2 yang terdiri dari 8 *cross section* (57-64)
- Sub GS 1 yang terdiri dari 18 *cross section* (65-82)

Saluran DTA B, DTA C, DTA D, DTA E, dan DTA F, yang masing-masing cuma memiliki 1 segmen dengan 2 *cross section*.

Simulasi kondisi eksisting saluran dengan kala ulang 20 tahun dapat dilihat pada gambar berikut ini.



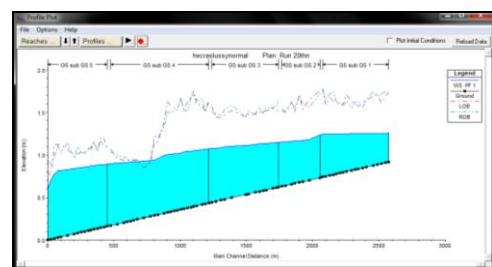
Gambar 5. Simulasi Eksisting Kala Ulang 20 Tahun

Simulasi eksisting HEC-RAS untuk debit kala ulang 20 tahun dapat dilihat bahwa terjadi genangan pada segmen 4 mulai dari STA 19 hingga

STA 26. Kedalaman yang terjadi bervariasi, mulai dari 4,56 cm pada STA 19 hingga dengan 17,40 cm pada STA 25.

Simulasi I dilakukan dengan cara membuat kemiringan dasar keseluruhan menjadi 1:3000. Sedangkan Simulasi II dilakukan dengan cara melakukan penggalian kedalaman eksisting saluran. Saluran yang awalnya memiliki ukuran tampang yang berbeda pada tiap bagiannya akan dinormalisasi dengan cara menambah kedalaman saluran menjadi 1 meter pada bagian kedalaman yang kurang dari 1 meter, namun untuk bagian yang kedalamannya melebihi 1 meter akan tetap dibiarkan.

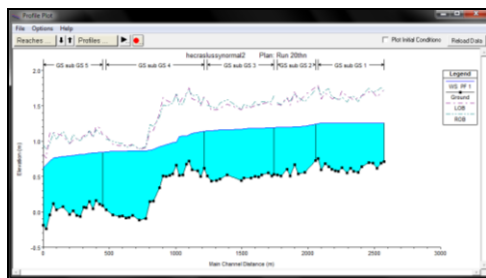
Simulasi I dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 6. Hasil Running Simulasi I Kala Ulang 20 Tahun

Hasil simulasi tersebut menunjukkan bahwa dengan menormalisasi kondisi eksisting keseluruhan dengan kemiringan 1:3000 tetap terjadi genangan, namun genangan maksimum yang terjadi hanya tinggal 8,35 cm pada STA 25.

Simulasi II dapat dilihat pada Gambar 7. Hasil simulasi tersebut menunjukkan bahwa dengan melakukan penggalian kedalaman saluran, dapat menanggulangi banjir yang terjadi secara maksimal



Gambar 7. Hasil Running Simulasi II Kala Ulang 20 Tahun

Berdasarkan dari 2 simulasi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan tinggi genangan maksimum yang terjadi pada STA 25 dengan berbagai kala ulang dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 3. Tinggi Genangan STA 25

Kala ulang	Tinggi genangan		
	Eksisting	Simulasi I	Simulasi II
	(cm)	(cm)	(cm)
5 tahun	14,30	4,56	0
10 tahun	16,40	6,71	0
20 tahun	17,40	8,35	0

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa pengurangan tinggi genangan setelah dilakukannya Simulasi I yaitu 68,11% untuk kala ulang 5 tahun, 59,09% untuk kala ulang 10 tahun dan 52,01% untuk kala ulang 20 tahun. Sedangkan pengurangan yang terjadi setelah dilakukannya Simulasi II yaitu 100% untuk semua kala ulang (tidak terjadi banjir).

Tabel 4. Reduksi Genangan Setelah Normalisasi Pada STA 25

Kala ulang	Reduksi genangan			
	Simulasi I		Simulasi II	
	(cm)	(%)	(cm)	(%)
5 tahun	9,74	68,11	14,30	100
10 tahun	9,69	59,09	16,40	100
20 tahun	9,05	52,01	17,40	100

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil simulasi eksisting diketahui bahwa tinggi genangan maksimum yang terjadi yaitu 14,30 cm untuk kala ulang 5 tahun, 16,40 cm untuk kala ulang 10 tahun dan 17,40 cm untuk kala ulang 20 tahun.
2. Pengurangan tinggi genangan setelah dilakukannya Simulasi I yaitu 68,11% untuk kala ulang 5 tahun, 59,09% untuk kala ulang 10 tahun dan 52,01% untuk kala ulang 20 tahun. Sedangkan pengurangan yang terjadi setelah dilakukannya Simulasi II yaitu 100% untuk semua kala ulang (tidak terjadi banjir).
3. Ditinjau dari aspek teknis saja dapat direkomendasikan bahwa Simulasi II adalah alternatif penanganan yang tepat dalam menanggulangi banjir yang terjadi pada ruas jalan Garuda Sakti. Alternatif tersebut mampu menanggulangi banjir secara keseluruhan.

Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan agar mengkaji lebih lanjut mengenai alternatif lain dalam penanggulangan banjir, serta memperpanjang lokasi studi agar data yang diperoleh lebih akurat.
2. Dalam menentukan pilihan yang tepat untuk menanggulangi banjir disarankan agar jangan memperhitungkan aspek teknis saja, tetapi juga harus memperhitungkan aspek ekonomi dan sosial.

3. Disarankan agar sebelum melakukan penelitian sebaiknya mempersiapkan semua data-data yang diperlukan sehingga dalam penyusunan tidak mengalami kesulitan

DAFTAR PUSTAKA

- Istiarto.** 2011. *Simulasi aliran 1 dimensi dengan bantuan software HEC-RAS*. [online]. diperoleh dari: www.istiarto.staff.ugm.ac.id/index.php/training/modul-hec-ras [diakses pada tanggal 27 Agustus 2013].
- Soemarto, C.D.** 1999. *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Suripin.** 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.
- Triatmodjo, Bambang.** 2009. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.