

ANALISIS PROFIL MUKA AIR PADA SALURAN DRAINASE DI JALAN NAGASARI PENATIH DENPASAR

Ida Bagus Suryatmaja, Anak Agung Ratu Ritaka Wangsa,
Anak Agung Ketut Agung Yoga Semadi

*Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mahasaraswati Denpasar
Email: bagussuryatmaja@unmas.ac.id*

ABSTRAK: Kota Denpasar merupakan salah satu kota pariwisata yang menjadi unggulan daerah Bali. Pemerintah Kota Denpasar memberikan perhatian serius terhadap faktor-faktor yang akan mempengaruhi kunjungan wisata dalam mempertahankan dan menarik kunjungan wisatawan. Salah satu diantaranya menciptakan lingkungan yang bersih dan sehat. Selain beberapa dampak positif, perubahan penggunaan lahan juga dapat menimbulkan dampak negatif. Dampak negatif yang terjadi adalah menurunnya daya serap tanah dan meningkatnya limpasan permukaan sehingga menyebabkan adanya daerah rawan banjir dan pada akhirnya menimbulkan keluhan masyarakat di daerah tersebut. Faktor penyebab banjir pada saluran drainase di Denpasar adalah adanya sedimen dan sampah, sehingga menghalangi saluran dan air tidak dapat mengalir dengan lancar. Perubahan tata guna lahan menyebabkan berkurangnya daerah tangkapan air. Kapasitas saluran yang ada saat ini tidak mencukupi untuk menampung kelebihan drainase saat hujan. Maka, penulis mengambil penelitian kapasitas debit eksisting dan profil muka air saluran eksisting drainase di Jalan Nagasari Penatih Denpasar. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif yaitu melakukan pengukuran dari pengamatan langsung dan perhitungan terkait evaluasi kapasitas debit saluran eksisting dan pemodelan profil muka air saluran dengan program HEC-RAS. Hasil pemodelan HEC-RAS untuk profil muka air dari seluruh titik saluran terjadi aliran superkritis pada ketinggian permukaan air di titik River Sta. 2 untuk Q2th yaitu 0,17 m yang nilainya lebih rendah dari kaki permukaan air yaitu 0,45 m. Kapasitas debit saluran eksisting hasilnya sebagian besar di titik saluran tidak terjadi banjir pada kala ulang 2 tahun, sedangkan kala ulang 5 dan 10 tahun mengakibatkan terjadinya banjir karena melebihi kapasitas debit saluran eksisting.

Kata kunci: Saluran Drainase, Kapasitas Saluran Eksisting, Profil Muka Air

ABSTRACT: Denpasar City is one of the leading tourism cities in Bali. The Denpasar City Government pays serious attention to the factors that will affect tourist visits in maintaining and attracting tourist visits. One of them is creating a clean and healthy environment. In addition to some positive impacts, land use change can also have negative impacts. The negative impacts that occur are decreased soil absorption and increased surface runoff, causing flood-prone areas and ultimately causing community complaints in the area. The factor causing flooding in the drainage channel in Denpasar is the presence of sediment and garbage, so that it blocks the channel and the water cannot flow smoothly. Changes in land use led to a reduction in catchment areas. The current capacity of the channel is insufficient to accommodate excess drainage when it rains. So, the author took a study on the existing discharge capacity and water level profile of the existing drainage channel on Jalan Nagasari Penatih Denpasar. The method used in this study is a quantitative method, namely taking measurements from direct observation and calculations related to the evaluation of the discharge capacity of existing channels and modeling the water level profile of the channel with the HEC-RAS program. The results of HEC-RAS modeling for the water level profile of all channel points occurred supercritical flow at the water level at the river Sta point. 2 for Q2th which is 0.17 m which is lower than the foot of the water surface which is 0.45 m. The discharge capacity of the existing channel results in most of the channel points there is no flooding at the 2-year anniversary, while the 5th and 10-year repetitions result in flooding because it exceeds the discharge capacity of the existing channel.

Keywords: Drainage Channels, Existing Channel Capacity, Water Level Profile

PENDAHULUAN

Kota Denpasar merupakan salah satu kota pariwisata yang menjadi unggulan daerah Bali. Pemerintah Kota Denpasar memberikan perhatian yang serius terhadap faktor-faktor yang akan mempengaruhi kunjungan wisata dalam mempertahankan dan menarik kunjungan wisatawan. Salah satu diantaranya adalah menciptakan lingkungan yang bersih dan sehat. Dengan pertumbuhan pariwisata, perkembangan pesat pertumbuhan penduduk dan peningkatan kegiatan ekonomi berdampak pada munculnya masalah kualitas lingkungan yang memburuk. Sebagai kota besar dan berkembang secara ekonomi, sebagian besar lahan di Kota Denpasar tidak tergolong lahan pertanian. Jumlah lahan pertanian yang dikonversi menjadi lahan non pertanian semakin meningkat dari tahun ke tahun. Selain beberapa dampak positif, perubahan penggunaan lahan juga dapat menimbulkan dampak negatif.

Sebagai kota besar dan berkembang secara ekonomi, sebagian besar lahan di Kota Denpasar tidak tergolong lahan pertanian. Jumlah lahan pertanian yang dikonversi menjadi lahan non pertanian semakin meningkat dari tahun ke tahun. Selain beberapa dampak positif, perubahan penggunaan lahan juga dapat menimbulkan dampak negatif.

Dampak negatif yang terjadi adalah menurunnya daya serap tanah dan meningkatnya limpasan permukaan sehingga menyebabkan adanya daerah rawan banjir dan pada akhirnya menimbulkan keluhan masyarakat di daerah tersebut. Efeknya, selain mengurangi serapan tanah, pola aliran juga berubah, sehingga aliran air di selokan menjadi tertunda. Faktor penyebab banjir pada saluran drainase di Denpasar adalah adanya sedimen dan sampah, sehingga menghalangi saluran dan air tidak dapat mengalir dengan lancar. Kurangnya perawatan, sehingga beberapa jalur putus dan tidak berfungsi dengan baik. Perubahan tata guna lahan menyebabkan berkurangnya daerah tangkapan air. Kapasitas saluran yang ada saat ini tidak mencukupi untuk menampung kelebihan drainase saat hujan.

Terkait dengan permasalahan tersebut, maka penulis melakukan pengamatan langsung pada saluran drainase di Jalan Nagasari Penatih Denpasar. Pengamatan langsung dilakukan saat berhentinya hujan dan hasilnya terdapat genangan pada beberapa titik saluran drainase. Maka, penulis mengambil penelitian dalam menganalisis kapasitas debit eksisting dan profil muka air saluran eksisting drainase di Jalan Nagasari Penatih Denpasar.

PENAMPANG SALURAN

Penampang hidrolis yang optimal adalah penampang dengan keliling basah terkecil pada luas penampang tertentu, yang akan memberikan aliran maksimum, atau penampang saluran, yang memberikan luas penampang aliran terkecil pada penampang tertentu, luas penampang (*wetted cross-section*) kecepatan aliran, dimana bentuk penampang saluran akan dapat mempengaruhi aliran yang dapat mengalir, mengalirkan atau mengalir melalui saluran (Suripin, 2004).

KEKASARAN DINDING SALURAN

Seorang insinyur Irlandia bernama Robert Manning 1889 (Montai, 2015) mengemukakan sebuah rumus kecepatan yaitu sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \dots\dots\dots (1)$$

dengan:

R = Jari-jari hidrolis (m)

V = Kecepatan aliran (m/dt)

I = Kemiringan memanjang dasar saluran

n = Koefisien kekasaran menurut Manning yang besarnya tergantung dari bahan dinding saluran yang dipakai.

Apabila bentuk rumus Manning diubah menjadi rumus Chezy maka besarnya C adalah sebagai berikut:

$$C = \frac{R^{1/6}}{n} \dots\dots\dots (2)$$

Dengan:

C = Koefisien Chezy

R = Jari – jari hidrolis (m)

n = Koefisien kekasaran menurut Manning

KAPASITAS SALURAN

Perhitungan hidraulika digunakan untuk menganalisis dimensi penampang berdasarkan kapasitas maksimum saluran. Ukuran saluran yang direncanakan berdasarkan aliran maksimum yang mengalir (Suripin, 2004).

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Q_{sal} = A \cdot V \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

Q_{sal} = Debit banjir rancangan (m³/dt)

A = Luas penampang basah (m²)

V = Kecepatan rata-rata.

Dengan:

A = B . h

P = B + 2h

$$R = \frac{A}{P}$$

dimana:

B = Lebar dasar saluran (m)

P = Keliling basah saluran (m)

h = Tinggi muka air (m)

R = Jari-jari hidraulik (m)

PROGRAM HEC-RAS

HEC-RAS adalah aplikasi yang mengintegrasikan antarmuka pengguna grafis, analisis hidrolik, manajemen dan penyimpanan data, grafik dan pelaporan. HEC-RAS digunakan untuk menghitung profil muka air untuk aliran gradien tetap, yang mampu mensimulasikan jaringan sungai, sungai dendritik dan sungai tunggal.

Perhitungan profil muka air yang dilakukan oleh modul Aliran Permanen HEC-RAS didasarkan pada penyelesaian persamaan energi (1D/satu dimensi). Kehilangan energi dianggap karena gesekan (persamaan Manning) dan kontraksi/ekspansi (koefisien kali perbedaan kecepatan). Gunakan persamaan momentum saat menghadapi aliran yang berubah dengan cepat, seperti campuran keadaan aliran subkritis dan superkritis (lompatan hidrolik), aliran di atas jembatan, aliran di pertemuan sungai.

HEC-RAS menampilkan hasil perhitungan dalam bentuk grafik dan tabel. Bagan digunakan untuk menampilkan penampang jangkauan, jangka panjang (profil ketinggian air di sepanjang saluran), kurva pengukuran aliran, perspektif saluran (untuk perhitungan aliran non-permanen). Tabel untuk menampilkan hasil detail berupa angka variabel (nilai) pada posisi atau titik tertentu, laporan singkat proses perhitungan, seperti kesalahan dan peringatan

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan cara menganalisis secara teknis. Adapun kegiatan pengukuran dan perhitungan berdasarkan pengamatan langsung pada saluran drainase kemudian dilakukan perhitungan evaluasi kapasitas debit saluran eksisting dan pemodelan profil muka air saluran drainase di Jalan Nagasari Daging Puri Penatih Denpasar dengan program HEC-RAS.

Pada penelitian ini digunakan jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer ini melakukan pengamatan dimensi saluran dan tinggi genangan air yang bersumber dari pengukuran pada saluran drainase yang ditinjau dan dokumentasi pada beberapa titik pada saluran drainase yang ditinjau yang bersumber dari pengamatan langsung di lapangan sedangkan data sekunder diambil data pada Stasiun Klimatologi Jembrana Bali mengenai data curah hujan maksimum rata-rata periode 20 tahun pada tahun 2002 s/d 2021. Dalam pengumpulan data diperlukan alat yang digunakan saat penelitian adalah:

1. Meteran sebagai alat ukur dimensi saluran dan tinggi genangan
2. Kamera sebagai dokumentasi di lapangan.
3. Pengolahan data menggunakan Ms. Excel dan Program HEC-RAS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi Kapasitas Debit Saluran Eksisting

Perhitungan evaluasi kapasitas debit saluran eksisting dilakukan untuk mengetahui pemenuhan debit saluran eksisting terhadap debit banjir rancangan. Diketahui perhitungan saluran eksisting seperti pada tabel berikut.

Tabel 1. Perhitungan Qeks Saluran Q2th Metode Rasional

No	Titik Saluran	b	h	P	R	S	n	Aeks	Veks	Qeks	Q2th Rasional	Ket.
1	Titik A (0 m - 100 m)	0,8	0,8	2,4	0,27	0,001	0,024	0,64	0,546	0,349	0,298	M
2	Titik B (100 m - 200 m)	0,9	0,7	2,3	0,27	0,001	0,024	0,63	0,556	0,350	0,298	M
3	Titik C (200 m - 300 m)	1,1	0,6	2,3	0,29	0,001	0,024	0,66	0,573	0,378	0,298	M
4	Titik D (300 m - 400 m)	1,3	0,5	2,3	0,28	0,001	0,024	0,65	0,567	0,369	0,298	M
5	Titik E (400 m - 500 m)	1,5	0,6	2,7	0,33	0,001	0,024	0,9	0,633	0,570	0,298	M

Tabel 2. Perhitungan Qeks Saluran Q5th Metode Rasional

No	Titik Saluran	b	h	P	R	S	n	Aeks	Veks	Qeks	Q5th Rasional	Ket.
1	Titik A (0 m - 100 m)	0,8	0,8	2,4	0,27	0,001	0,024	0,64	0,546	0,349	0,449	TM
2	Titik B (100 m - 200 m)	0,9	0,7	2,3	0,27	0,001	0,024	0,63	0,556	0,350	0,449	TM
3	Titik C (200 m - 300 m)	1,1	0,6	2,3	0,29	0,001	0,024	0,66	0,573	0,378	0,449	TM
4	Titik D (300 m - 400 m)	1,3	0,5	2,3	0,28	0,001	0,024	0,65	0,567	0,369	0,449	TM
5	Titik E (400 m - 500 m)	1,5	0,6	2,7	0,33	0,001	0,024	0,9	0,633	0,570	0,449	M

Tabel 3. Perhitungan Qeks Saluran Q10th Metode Rasional

No	Titik Saluran	b	h	P	R	S	n	Aeks	Veks	Qeks	Q10th Rasional	Ket.
1	Titik A (0 m - 100 m)	0,8	0,8	2,4	0,27	0,001	0,024	0,64	0,546	0,349	0,568	TM
2	Titik B (100 m - 200 m)	0,9	0,7	2,3	0,27	0,001	0,024	0,63	0,556	0,350	0,568	TM
3	Titik C (200 m - 300 m)	1,1	0,6	2,3	0,29	0,001	0,024	0,66	0,573	0,378	0,568	TM
4	Titik D (300 m - 400 m)	1,3	0,5	2,3	0,28	0,001	0,024	0,65	0,567	0,369	0,568	TM
5	Titik E (400 m - 500 m)	1,5	0,6	2,7	0,33	0,001	0,024	0,9	0,633	0,570	0,568	M

Dari hasil perhitungan ke-3 (tiga) tabel, dapat diketahui bahwa:

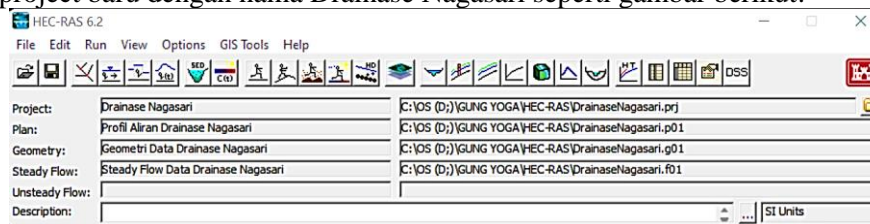
1. Pada Q2th, kapasitas debit saluran eksisting sebagian besar dari titik saluran masih memenuhi debit banjir rancangan, maka tidak terjadi banjir.
2. Pada Q5th, kapasitas debit saluran eksisting sebagian besar dari titik saluran tidak memenuhi debit banjir rancangan, maka akan terjadi banjir.
3. Pada Q10th, kapasitas debit saluran eksisting seluruh titik saluran tidak memenuhi debit banjir rancangan, maka akan terjadi banjir.

Maka, selanjutnya dianalisis pemodelan dengan program HEC-RAS untuk mengetahui kondisi kapasitas debit dan profil muka air pada saluran eksisting.

Tahapan Dan Hasil Analisis HEC-RAS

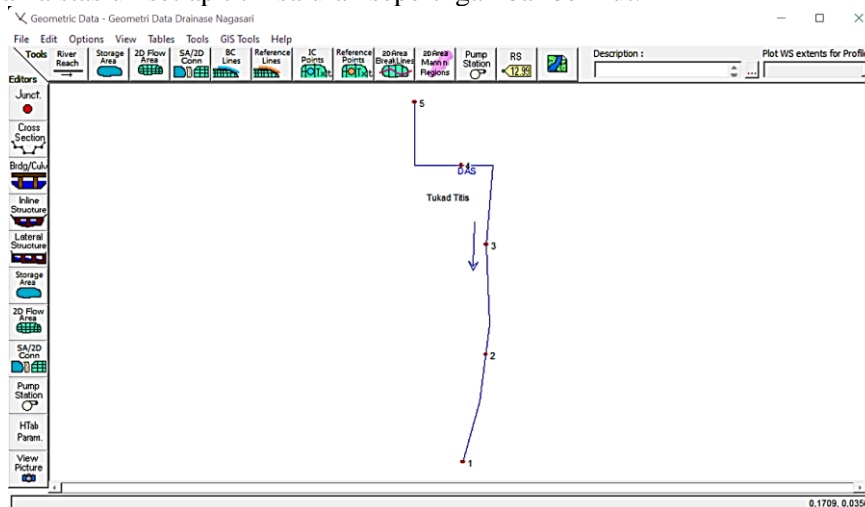
Berikut merupakan tahapan dan hasil analisis kapasitas saluran drainase menggunakan program HEC-RAS dengan debit kapasitas diatas sedimen:

1. Membuat project baru dengan nama Drainase Nagasari seperti gambar berikut:



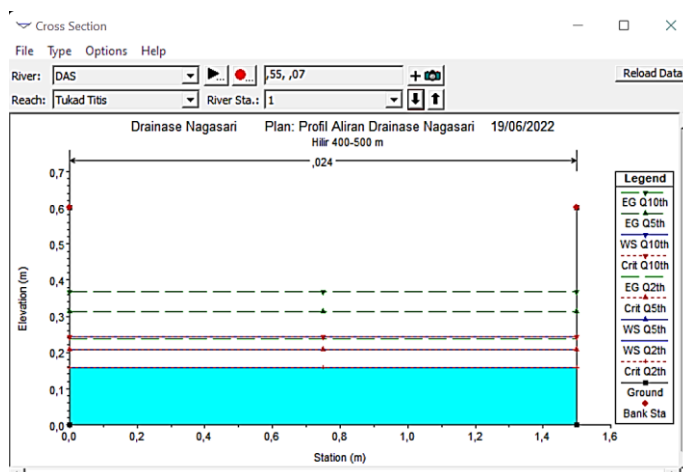
Gambar 1. Tampilan HEC-RAS 6.2

- Peta geometri berupa saluran yang ditinjau yaitu dari hilir ke hulu sepanjang 500 m dengan nama DAS Tukad Titis dan menginput luas penampang saluran yaitu dimensi saluran segi empat dengan memberi nama stasiun setiap titik saluran seperti gambar berikut:

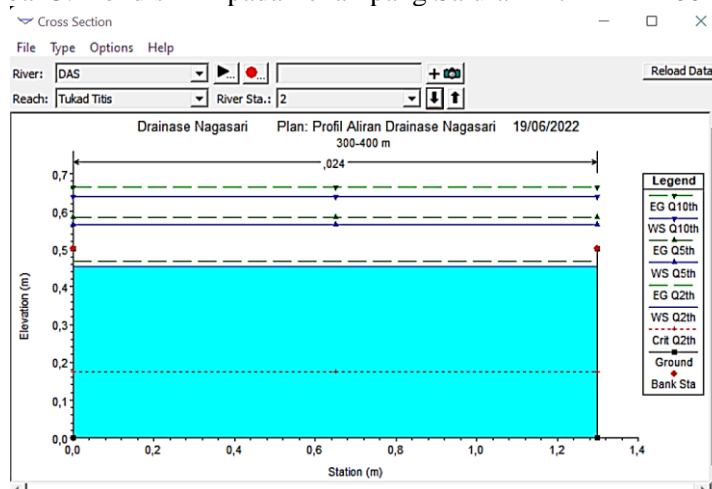


Gambar 2. Peta Geometri Saluran yang ditinjau

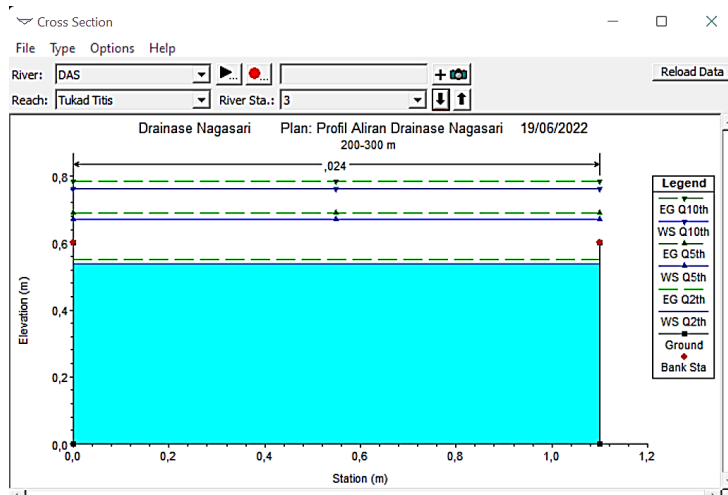
- Periksa hasil analisis mulai dari kondisi air pada penampang saluran di setiap titik saluran, profil muka air, kecepatan aliran dan tabel keluaran profil dari 3 (tiga) debit banjir kala ulang 2, 5 dan 10 tahun.



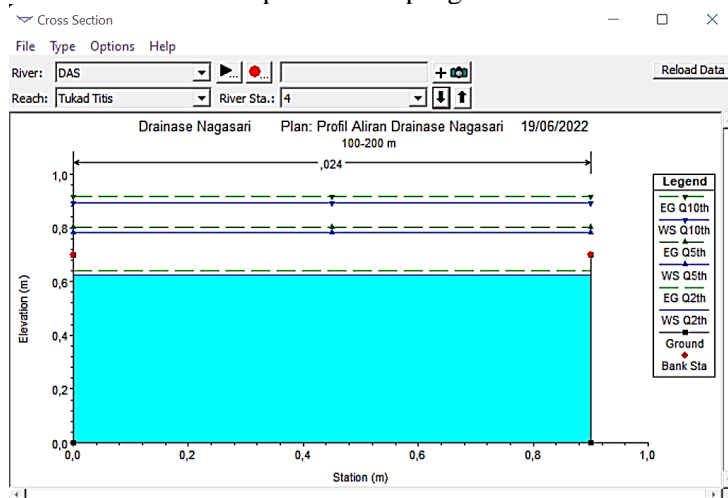
Gambar 3. Kondisi Air pada Penampang Saluran Titik Hilir 400-500 m



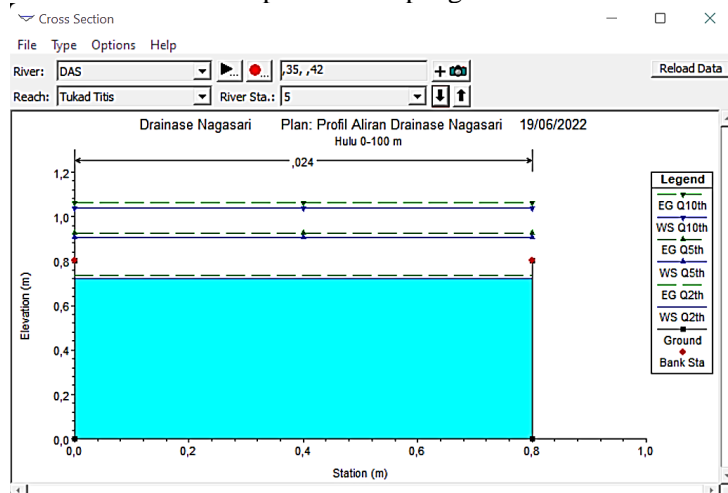
Gambar 4. Kondisi Air pada Penampang Saluran Titik 300-400 m



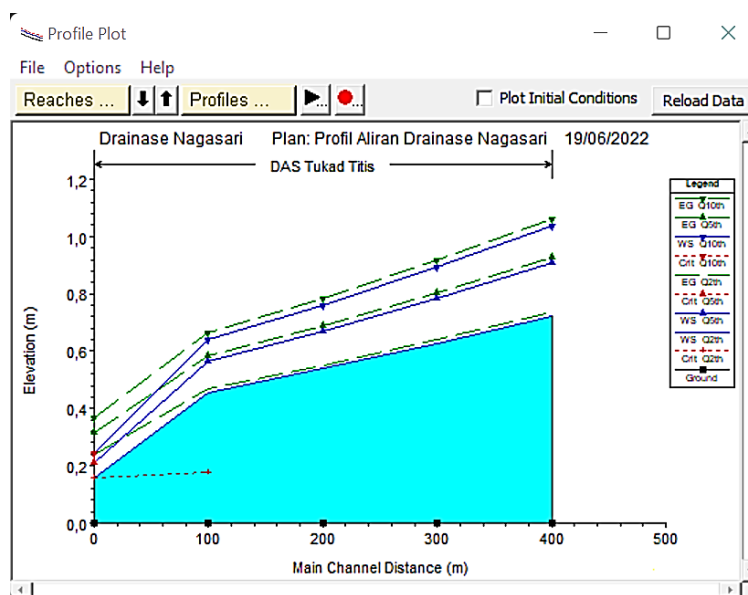
Gambar 5. Kondisi Air pada Penampang Saluran Titik 200-300 m



Gambar 6. Kondisi Air pada Penampang Saluran Titik 100-200 m



Gambar 7. Kondisi Air pada Penampang Saluran Titik Hulu 0-100 m



Gambar 8. Profil Muka Air Saluran Drainase

Profile Output Table - Standard Table 1

HEC-RAS Plan: DN01 River: DAS Reach: Tukad Titis

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tukad Titis	5	Q2th	0,30	0,00	0,72		0,74	0,000936	0,52	0,58	0,80	0,19
Tukad Titis	5	Q5th	0,45	0,00	0,91		0,93	0,001215	0,62	0,73	0,80	0,21
Tukad Titis	5	Q10th	0,57	0,00	1,04		1,06	0,001416	0,68	0,83	0,80	0,21
Tukad Titis	4	Q2th	0,30	0,00	0,63		0,64	0,000961	0,53	0,56	0,90	0,21
Tukad Titis	4	Q5th	0,45	0,00	0,78		0,80	0,001240	0,64	0,71	0,90	0,23
Tukad Titis	4	Q10th	0,57	0,00	0,89		0,92	0,001439	0,71	0,80	0,90	0,24
Tukad Titis	3	Q2th	0,30	0,00	0,54		0,55	0,000829	0,50	0,59	1,10	0,22
Tukad Titis	3	Q5th	0,45	0,00	0,67		0,69	0,001053	0,61	0,74	1,10	0,24
Tukad Titis	3	Q10th	0,57	0,00	0,76		0,79	0,001212	0,68	0,84	1,10	0,25
Tukad Titis	2	Q2th	0,30	0,00	0,45	0,17	0,47	0,000857	0,51	0,59	1,30	0,24
Tukad Titis	2	Q5th	0,45	0,00	0,56		0,58	0,001067	0,61	0,73	1,30	0,26
Tukad Titis	2	Q10th	0,57	0,00	0,64		0,66	0,001215	0,68	0,83	1,30	0,27
Tukad Titis	1	Q2th	0,30	0,00	0,16	0,16	0,24	0,013622	1,25	0,24	1,50	1,01
Tukad Titis	1	Q5th	0,45	0,00	0,21	0,21	0,31	0,013316	1,44	0,31	1,50	1,00
Tukad Titis	1	Q10th	0,57	0,00	0,24	0,24	0,37	0,013303	1,55	0,37	1,50	1,01

Total flow in cross section.

Gambar 9. Tabel Keluaran Profil Aliran Air Saluran Drainase

Dari keseluruhan hasil analisis, dapat diketahui pada keterangan sebagai berikut:

1. Min Ch EI adalah ketinggian titik terendah saluran, yang terlihat pada hasil analisis adalah di keseluruhan titik yaitu 0 m.
2. W.S. Elev. (garis biru) adalah ketinggian di kaki permukaan air, dari hasil analisis untuk Q2th ketinggian di kaki permukaan air masih memenuhi kapasitas penampang saluran eksisting, maka tidak terjadi banjir, sedangkan untuk Q5th dan Q10th ketinggian di kaki permukaan air melebihi kapasitas penampang saluran, maka mengakibatkan terjadinya banjir.
3. Crit. W.S. (garis merah putus-putus) adalah ketinggian permukaan air pada aliran kritis yang terjadi pada titik River Sta. 2 pada Q2th yaitu 0,17 m yang nilainya lebih rendah dari W.S. Elev. yaitu 0,45 m, maka jenis alirannya adalah aliran superkritis (menembaki), sedangkan pada titik hilir 400-500 m atau di River Sta. 1, pada ke-3 kala ulang hasil Crit. W.S. = W.S. Elev. maka jenis alirannya adalah aliran kritis.
4. E.G. Elev. (garis hijau putus-putus) adalah jumlah dari ketinggian permukaan air aktual yang diperoleh dari kecepatan aliran untuk menentukan faktor keselamatan jika alirannya menjadi terhambat, dari hasil analisis, aliran yang terhambat oleh jumlah dari ketinggian permukaan air aktual terjadi pada titik River Sta. 2 Q2th dan di titik hilir 400-500 m atau di River Sta. 1 pada seluruh kala ulang yang hasilnya lebih kecil dari kecepatan aliran (Vel. Chnl).

5. E.G. Slope adalah kemiringan garis grade yang berkaitan dengan kemiringan dasar saluran dan kecepatan bersama, dari hasil analisis berkisar 0,001 sesuai rencana asumsi penulis.
6. Vel. Chnl. adalah kecepatan aliran rata-rata saluran untuk merasakan aliran keseluruhan, dari hasil analisis rata-rata kecepatan aliran untuk Q2th = 0,662 m/dt, Q5th = 0,784 m/dt dan Q10th = 0,86 m/dt.
7. Flow area adalah area aliran yang fungsinya untuk melihat area penampang saluran, dari hasil analisis, area aliran terbesar adalah pada River Sta. 3 (200-300) m dan Sta. 2 (100-200) yaitu untuk Q2th = 0,59 m², Q5th = 0,74 m², dan Q10th = 0,84m² sedangkan area aliran terkecil adalah pada River Sta. 1 Hilir 400-500 m yaitu untuk Q2th = 0,24 m², Q5th = 0,31 m², dan Q10th = 0,37 m².
8. Top Width adalah lebar bagian hilir aliran yang diukur pada permukaan bebas atas, yaitu sesuai dengan hasil pengukuran di saluran yang ditinjau.
9. Froude Number adalah angka yang mencirikan aliran sebagai subkritis atau superkritis. Jika angka > 1 = aliran superkritis dan angka < 1 = aliran subkritis, dari hasil analisis untuk River Sta. 2 s/d 5 seluruh kala ulang termasuk aliran subkritis karena angka < 1 , untuk River Sta. 1 seluruh kala ulang termasuk aliran antara sub dan superkritis.

SIMPULAN

Hasil pemodelan HEC-RAS untuk profil muka air dari seluruh titik saluran terlihat pada jumlah dari ketinggian muka air aktual (E.G. Elev.) dan ketinggian di kaki permukaan air (W.S. Elev.) lebih tinggi dari kapasitas debit saluran eksisting, dan pada ketinggian permukaan air aliran kritis (Crit. W.S.) di titik River Sta. 2 untuk Q2th yaitu 0,17 m yang nilainya lebih rendah dari ketinggian di kaki permukaan air (W.S. Elev.) yaitu 0,45 m, maka terjadi aliran superkritis dan kapasitas debit saluran eksisting setelah dianalisis dengan program HEC-RAS hasilnya tidak terjadi banjir pada kala ulang 2 tahun, sedangkan kala ulang 5 dan 10 tahun mengakibatkan terjadinya banjir pada 4 (empat) titik saluran dari hulu, kecuali pada titik saluran dihilir yang masih memenuhi kapasitas debit saluran eksisting.

DAFTAR PUSTAKA

- Harto, S. 1993. *Analisis hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Istiaro. 2014. *Modul Pelatihan HEC-RAS*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Montjai. 2015. *Analisis Koefisien Kekasaran Sungai Di Sungai Sario Dengan Persamaan Manning. Paper presented at the Cocos*
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: ANDI Offset.