

ANALISIS HIDROLIKA PADA SALURAN DRAINASE DI DAERAH SEMINYAK KECAMATAN KUTA KABUPATEN BADUNG

Ida Bagus Suryatmaja, Anak Agung Ratu Ritaka Wangsa, I Made Purnayasa Wijaya

*Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mahasaraswati Denpasar
Email: ritaka2020@unmas.ac.id*

ABSTRAK: Sistem drainase berfungsi untuk mengalirkan air dari satu tempat ke tempat lainnya untuk mencegah terjadinya genangan air yang dapat menyebabkan banjir atau merusak infrastruktur. Sistem drainase perkotaan memiliki masalah seperti banjir akibat curah hujan yang tinggi atau air tercemar dari limbah industri atau rumah tangga. Saluran drainase Jalan Kunti II di Seminyak menggunakan beton precast dan cenderung tidak bekerja dengan optimal, sehingga terjadi banjir dengan ketinggian mencapai 40 cm saat hujan deras. Hal ini perlu mendapat perhatian dan penanganan dari masyarakat dan pemerintah daerah, karena sering terjadi banjir yang dapat menyebabkan kerugian pada irigasi dan rumah warga sekitar. Pada musim kemarau, sampah yang menyumbat saluran drainase menyebabkan aliran air tidak teratur dan terjadi genangan air. Hasil pemodelan HEC-RAS menunjukkan bahwa ketinggian muka air dan ketinggian di kaki permukaan air lebih tinggi dari kapasitas debit saluran eksisting, yang dapat menyebabkan banjir. Pada titik River Sta. 2, terjadi aliran superkritis karena ketinggian permukaan air aliran kritis lebih rendah dari ketinggian di kaki permukaan air. Meskipun kapasitas debit saluran eksisting masih mampu menangani aliran air pada titik hilir 800-100 m, namun pada titik 0-800 m ditemukan banjir pada kala ulang 2, 5, dan 10 tahun karena profil muka air melebihi kapasitas debit saluran eksisting. Oleh karena itu, diperlukan tindakan pengelolaan air yang lebih baik seperti meningkatkan kapasitas saluran atau membuat saluran pengalihan air untuk mengatasi potensi banjir di daerah tersebut.

Kata kunci: *Drainase Perkotaan, HEC-RAS, Sistem Drainase*

ABSTRACT: *The drainage system functions to drain water from one place to another to prevent stagnant water which can cause flooding or damage infrastructure. Urban drainage systems have problems such as flooding due to heavy rainfall or polluted water from industrial or household waste. The drainage channel for Jalan Kunti II in Seminyak uses precast concrete and tends not to work optimally, resulting in flooding with a height of up to 40 cm during heavy rains. This needs attention and handling from the community and local government, because frequent flooding can cause losses to irrigation and houses of local residents. In the dry season, garbage that clogs drainage canals causes irregular water flow and stagnant water occurs. The HEC-RAS modeling results show that the water level and foot level are higher than the discharge capacity of the existing canal, which can cause flooding. At point River Sta. 2, supercritical flow occurs because the critical flow water level is lower than the height at the foot of the water surface. Although the discharge capacity of the existing canal is still able to handle water flow at the downstream point of 800-100 m, flooding is found at the point of 0-800 m at return periods of 2, 5 and 10 years because the water level profile exceeds the discharge capacity of the existing canal. Therefore, better water management measures are needed such as increasing the capacity of the canal or constructing a water diversion channel to address potential flooding in the area.*

Keywords: *Drainage System, HEC-RAS, Urban Drainage.*

PENDAHULUAN

Provinsi Bali terkenal dengan destinasi pariwisata alam dan budaya. Perkembangan pariwisata yang pesat di Bali telah mempengaruhi pertumbuhan penduduk, perencanaan kota, dan pengelolaan air di daerah tersebut. Kecamatan Seminyak di Kabupaten Badung adalah daerah pariwisata yang padat dengan pembangunan infrastruktur yang signifikan, yang mengakibatkan kurangnya daerah penampungan air dan banjir di saluran drainase, seperti Jalan Kunti II.

Saluran drainase di Jalan Kunti II adalah saluran tertutup berbentuk persegi dengan beton pracetak yang tidak berfungsi optimal, sehingga menyebabkan banjir dengan ketinggian 40 cm pada saat hujan lebat. Kurangnya perhatian dari masyarakat dan pemerintah setempat telah menyebabkan banjir sering terjadi, sehingga air meluap ke area irigasi dan memasuki rumah atau permukiman di sekitarnya.

Untuk mengatasi masalah ini, dilakukan penelitian untuk menentukan laju debit banjir yang direncanakan dan menganalisis kapasitas saluran drainase di kecamatan Seminyak, kabupaten Badung di Jalan Kunti II. Studi ini didasarkan pada intensitas hujan, metode rasional, dan perancangan dimensi saluran menggunakan aplikasi HEC-RAS.

PENAMPANG SALURAN

Menurut Suripin (2013), dalam merancang penampang saluran, perlu diperhatikan agar saluran dapat menampung debit air yang dihitung dan memungkinkan air mengalir dengan lancar tanpa mengalami genangan atau meluap ke permukaan sekitarnya. Selain itu, Suripin juga menegaskan pentingnya memperhitungkan tinggi muka air banjir (H) saat merancang penampang saluran. Tinggi muka air banjir tersebut harus ditempatkan dengan hati-hati pada penampang saluran untuk mencegah terjadinya banjir akibat meluapnya air ke lahan sekitarnya.

KEKASARAN DINDING SALURAN

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

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

Dimana:

R = Jari – jari hidrolik (m)

V = Kecepatan aliran (m/dt)

I = Kemiringan memanjang dasar saluran

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

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

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

Dimana:

C = Koefisien Chezy

R = Jari – jari hidrolik (m)

n = Koefisien kekasaran menurut manning

KAPASITAS SALURAN

Untuk mengevaluasi dimensi penampang saluran yang akan dialirkan oleh debit maksimum, perhitungan hidrolika digunakan. Hal ini dapat dilakukan baik pada saluran yang sudah ada (eksisting) maupun yang direncanakan. Rumus yang digunakan untuk perhitungan ini adalah sebagai berikut, sebagaimana dijelaskan oleh Suripin pada tahun 2004.

Rumus yang digunakan 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:

$$A = B \times h$$

$$P = B + 2h$$

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

dimana:

B = Lebar dasar saluran (m)

P = Keliling basah saluran (m)

h = Tinggi muka air (m)

R = Jari-jari hidraulik (m)

PEMODELAN MENGGUNAKAN HEC-RAS

HEC-RAS adalah aplikasi pemodelan aliran sungai yang dibuat oleh Hydrologic Engineering Center (HEC), sebuah divisi di dalam Institut for Water Resources (IWR). Aplikasi ini dapat digunakan untuk menganalisis aliran permanen maupun tak permanen dalam satu dimensi (one-dimensional flow model). HEC-RAS terdiri dari empat komponen analisis hidraulika, yaitu perhitungan profil muka air aliran permanen, simulasi aliran tak permanen, perhitungan transport sedimen, dan perhitungan kualitas

air. Keempat komponen ini menggunakan data geometri dan hitungan hidraulika yang sama. HEC-RAS juga memiliki fitur GUI, manajemen dan penyimpanan data, grafik, serta pelaporan. (Istiarto, 2014)

METODE PENELITIAN

Dalam rancangan penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode kuantitatif yang menggunakan data angka. Kegiatan penelitian meliputi pengukuran dan perhitungan langsung pada studi kasus, dengan tujuan untuk mengevaluasi kapasitas debit saluran drainase eksisting dan memodelkan profil muka air pada saluran drainase di Jalan Kunti II Kelurahan Seminyak menggunakan program HEC-RAS.

Penelitian ini menggunakan dua jenis data, yaitu data primer dan sekunder. Data primer yang digunakan adalah dimensi saluran drainase, tinggi genangan air, dan foto sebagai dokumentasi pada studi kasus. Sedangkan data sekunder yang digunakan meliputi data curah hujan dari Stasiun Klimatologi Jembrana Penida mengenai curah hujan maksimum periode 20 tahun pada tahun 2002 hingga 2021, serta data peta DAS Pulau Bali dari Balai Wilayah Sungai Bali. Untuk pengumpulan data, alat yang dibutuhkan adalah alat untuk pengukuran dan perhitungan pada studi kasus sebagai berikut:

1. Meteran tangan untuk pengukuran tinggi dan lebar saluran drainase.
2. Meteran jalan untuk pengukuran panjang saluran.
3. Kamera sebagai dokumentasi di lapangan.
4. Pengolahan data menggunakan Ms. Excel dan Program HEC-RAS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi Kapasitas Debit Saluran Eksisting

Evaluasi kapasitas debit saluran eksisting dilakukan untuk memeriksa apakah saluran dapat menampung debit banjir rancangan. Data perhitungan saluran eksisting dibandingkan dengan data debit banjir rancangan. Hasil perhitungan untuk debit air pada saluran eksisting untuk kala ulang 2, 5 dan 10 tahun dengan metode rasional adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Perhitungan Qeks Saluran Q2th Metode Rasional

No	Section	b	h	P	R	I	n	Aeks	Veks	Qeks	Q2th Rasional	Ket.
1	0-200 M	0,6	0,6	1,8	0,20	0,001	0,015	0,36	0,721	0,260	0,405	TM
2	200-400 M	0,6	0,6	1,8	0,20	0,001	0,015	0,36	0,721	0,260	0,405	TM
3	400-600M	0,6	0,6	1,8	0,20	0,001	0,015	0,36	0,721	0,260	0,405	TM
4	600-800 M	0,6	0,6	1,8	0,20	0,001	0,015	0,36	0,721	0,260	0,405	TM
5	800-1000 M	0,6	0,6	1,8	0,20	0,001	0,015	0,36	0,721	0,260	0,405	TM

Tabel 2. Perhitungan Qeks Saluran Q5th Metode Rasional

No	Section	b	h	P	R	I	n	Aeks	Veks	Qeks	Q5th Rasional	Ket.
1	0-200 M	0,6	0,6	1,8	0,20	0,001	0,015	0,36	0,721	0,260	0,544	TM
2	200-400 M	0,6	0,6	1,8	0,20	0,001	0,015	0,36	0,721	0,260	0,544	TM
3	400-600M	0,6	0,6	1,8	0,20	0,001	0,015	0,36	0,721	0,260	0,544	TM
4	600-800 M	0,6	0,6	1,8	0,20	0,001	0,015	0,36	0,721	0,260	0,544	TM
5	800-1000 M	0,6	0,6	1,8	0,20	0,001	0,015	0,36	0,721	0,260	0,544	TM

Tabel 3. Perhitungan Qeks Saluran Q10th Metode Rasional

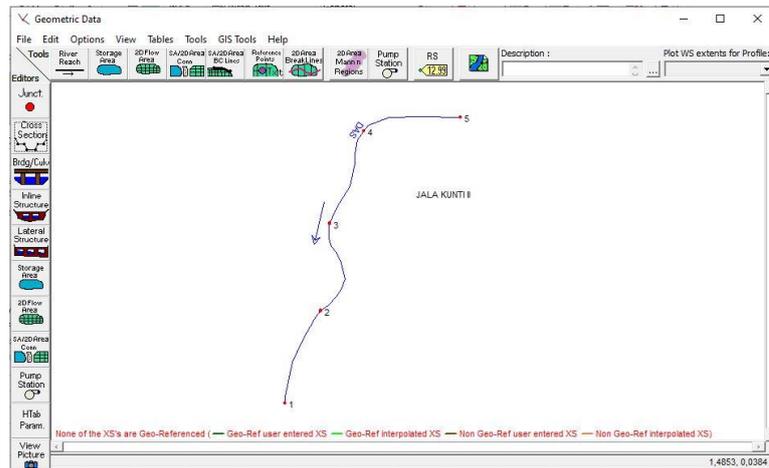
No	Section	b	h	P	R	I	n	Aeks	Veks	Qeks	Q10th Rasional	Ket.
1	0-200 M	0,6	0,6	1,8	0,20	0,001	0,015	0,36	0,721	0,260	0,651	TM
2	200-400 M	0,6	0,6	1,8	0,20	0,001	0,015	0,36	0,721	0,260	0,651	TM
3	400-600M	0,6	0,6	1,8	0,20	0,001	0,015	0,36	0,721	0,260	0,651	TM
4	600-800 M	0,6	0,6	1,8	0,20	0,001	0,015	0,36	0,721	0,260	0,651	TM
5	800-1000 M	0,6	0,6	1,8	0,20	0,001	0,015	0,36	0,721	0,260	0,651	TM

Dari hasil perhitungan ke-3 (tiga) tabel, dapat diketahui bahwa pada Q2th Q5th, dan Q10th, kapasitas debit saluran eksisting dari ke 5 titik saluran tidak memenuhi debit banjir rancangan, maka terjadi banjir.

Tahapan dan Hasil Analisis HEC-RAS

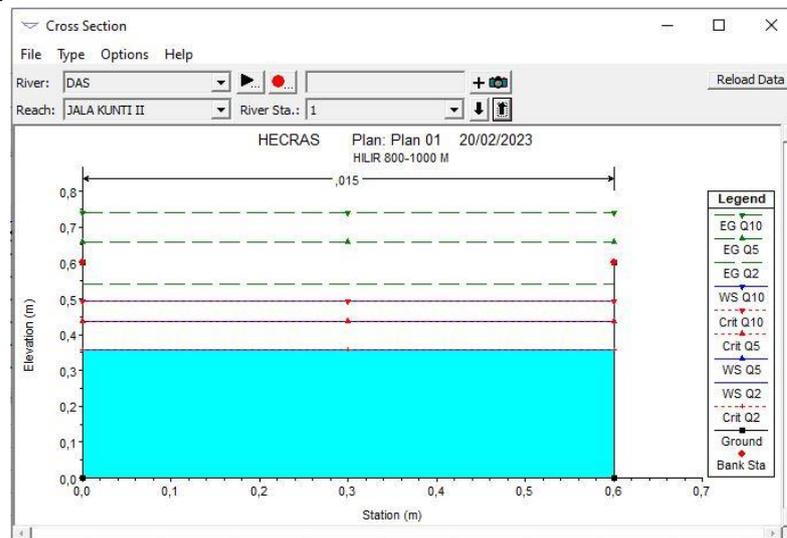
Berikut merupakan tahapan analisis profil muka air *steady flow* menggunakan program HEC-RAS:

1. Membuat peta geometri berupa saluran yang ditinjau yaitu dari hilir ke hulu sepanjang 1000 m dengan nama DAS Jalan Kunti II dan menginput luas penampang saluran yaitu dimensi saluran segi empat dengan memberi nama stasiun setiap titik saluran seperti gambar berikut:

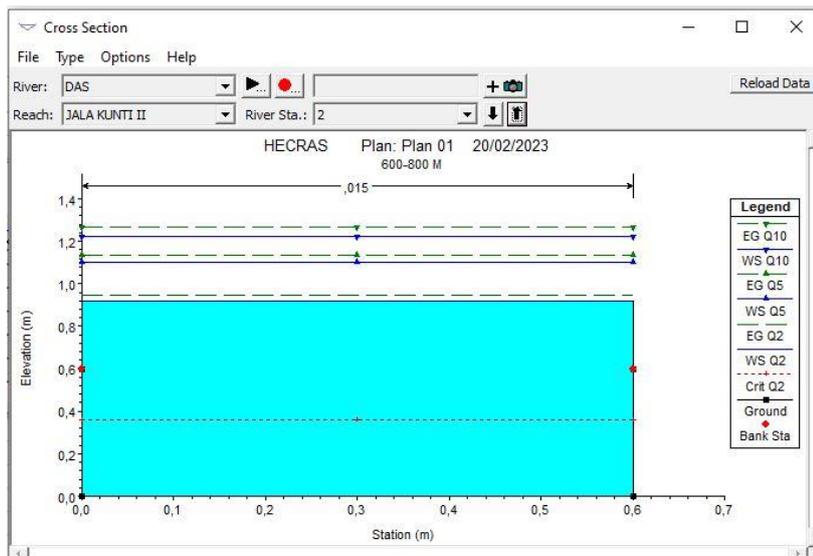


Gambar 1. Peta Geometri Studi Kasus Yang Ditinjau

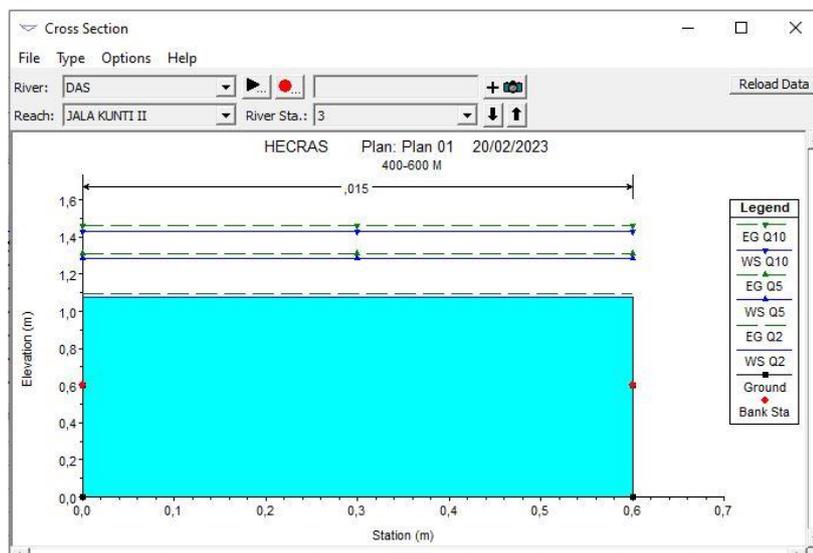
2. Periksa hasil analisis mulai dari kondisi air pada penampang saluran di setiap titik saluran, profil muka air, kecepatan aliran dan tabel keluaran profil dari 3 (tiga) debit banjir kala ulang 2, 5 dan 10 tahun.



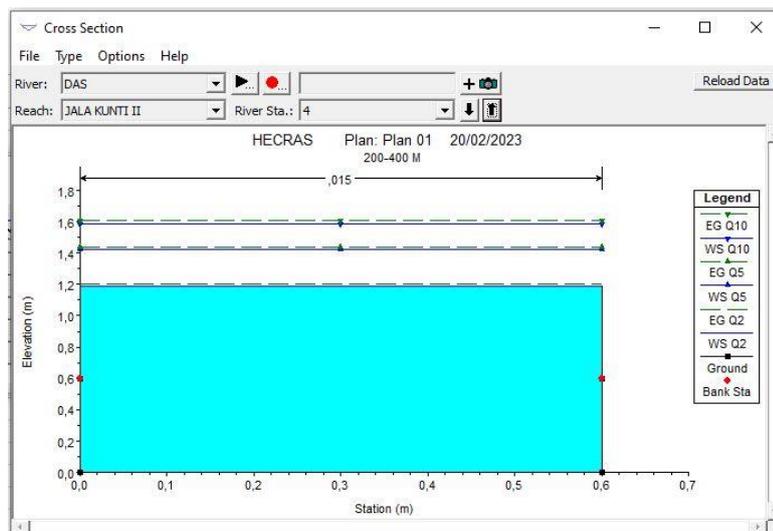
Gambar 2. Kondisi Air pada Penampang Saluran Titik Hilir 800-1000 m



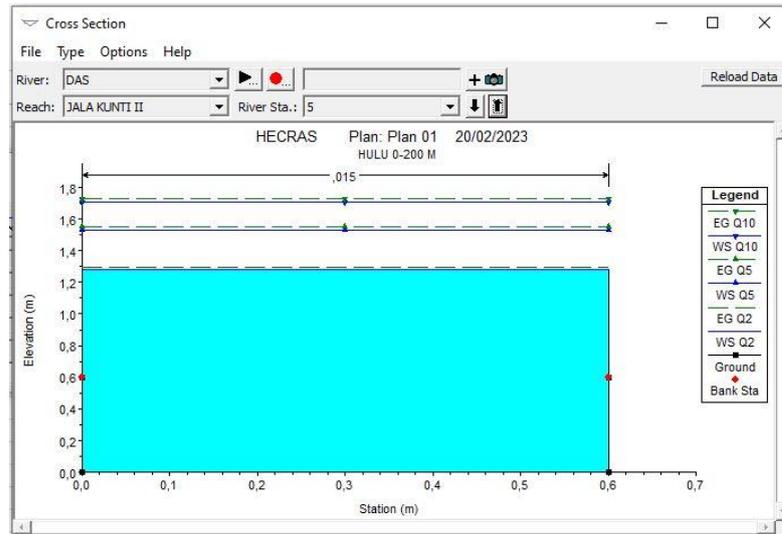
Gambar 3. Kondisi Air pada Penampang Saluran Titik Hilir 600-800 m



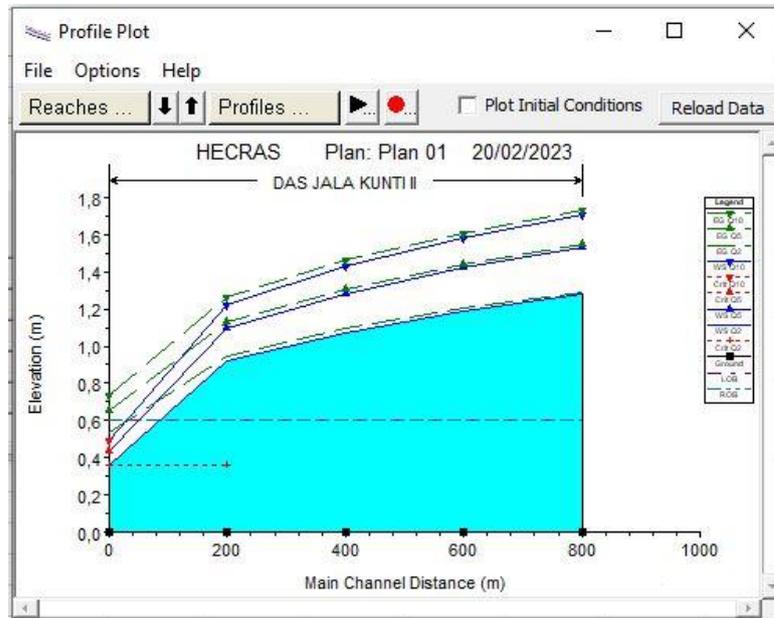
Gambar 4. Kondisi Air pada Penampang Saluran Titik Hilir 400-600 m



Gambar 5. Kondisi Air pada Penampang Saluran Titik Hilir 200-400 m



Gambar 6. Kondisi Air pada Penampang Saluran Titik Hilir 0-200 m



Gambar 7. Profil Muka Air Saluran Drainase

Profile Output Table - Standard Table 1

HEC-RAS Plan: JKII River: DAS Reach: JALA KUNTI II

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /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 (m ²)	Top Width (m)	Froude #	Chl
JALA KUNTI II	5	Q2	0,41	0,00	1,28		1,29	0,000413	0,53	0,77	0,60	0,15	
JALA KUNTI II	5	Q5	0,54	0,00	1,53		1,55	0,000499	0,59	0,92	0,60	0,15	
JALA KUNTI II	5	Q10	0,65	0,00	1,71		1,73	0,000559	0,63	1,03	0,60	0,15	
JALA KUNTI II	4	Q2	0,41	0,00	1,19		1,20	0,000490	0,57	0,71	0,60	0,17	
JALA KUNTI II	4	Q5	0,54	0,00	1,42		1,44	0,000590	0,64	0,85	0,60	0,17	
JALA KUNTI II	4	Q10	0,65	0,00	1,58		1,61	0,000661	0,68	0,95	0,60	0,17	
JALA KUNTI II	3	Q2	0,41	0,00	1,07		1,09	0,000615	0,63	0,64	0,60	0,19	
JALA KUNTI II	3	Q5	0,54	0,00	1,28		1,31	0,000740	0,71	0,77	0,60	0,20	
JALA KUNTI II	3	Q10	0,65	0,00	1,43		1,46	0,000828	0,76	0,86	0,60	0,20	
JALA KUNTI II	2	Q2	0,41	0,00	0,92	0,36	0,95	0,000879	0,73	0,55	0,60	0,24	
JALA KUNTI II	2	Q5	0,54	0,00	1,10		1,13	0,001052	0,83	0,66	0,60	0,25	
JALA KUNTI II	2	Q10	0,65	0,00	1,23		1,26	0,001176	0,89	0,74	0,60	0,26	
JALA KUNTI II	1	Q2	0,41	0,00	0,36	0,36	0,54	0,008947	1,88	0,21	0,60	1,01	
JALA KUNTI II	1	Q5	0,54	0,00	0,44	0,44	0,66	0,009730	2,08	0,26	0,60	1,01	
JALA KUNTI II	1	Q10	0,65	0,00	0,49	0,49	0,74	0,010258	2,20	0,30	0,60	1,00	

Total flow in cross section.

Gambar 8. Tabel Keluaran Profil Aliran Air Saluran Drainase

Setelah melakukan analisis *steady flow* data maka didapatkan hasil (*output*). Berikut merupakan keterangan dari hasil (*output*) dari analisis *steady flow* data:

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, Q5th dan Q10th dengan titik (Sta.1) Hilir 800-1000 m di kaki muka air tidak melebihi kapasitas penampang saluran masih memenuhi kapasitas penampang saluran eksisting, maka tidak terjadi banjir, sedangkan untuk Q2, 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 0,73 m yang nilainya lebih rendah dari W.S. Elev. yaitu 0,36 m, maka jenis alirannya adalah aliran superkritis (menembaki), sedangkan pada titik hilir 800-1000 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 800-1000 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 perhitungan Known W.S. berkisar 0,00028.
6. Vel. Chnl. adalah kecepatan aliran rata-rata saluran untuk merasakan aliran keseluruhan, dari hasil analisis rata-rata kecepatan aliran untuk Q2th = 0,41 m/dt, Q5th = 0,54 m/dt dan Q10th = 0,65 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. 5* Hulu (0-200 m) yaitu untuk Q2th = 0,77 m², Q5th = 0,92 m², dan Q10th = 1,03 m² sedangkan area aliran terkecil adalah pada *River Sta. 1* Hilir (800-1000 m) yaitu untuk Q2th = 0,21 m², Q5th = 0,26 m², dan Q10th = 0,30 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

Dengan menggunakan Metode Rasional, hasil analisis debit banjir rancangan menunjukkan bahwa Q2 tahun memiliki debit sebesar 0,405 m³/det, Q5 tahun memiliki debit sebesar 0,544 m³/det, dan Q10 tahun memiliki debit sebesar 0,651 m³/det. Selanjutnya, dengan menggunakan pemodelan HEC-RAS, ditemukan bahwa pada titik *River Sta. 2* untuk Q2th, terjadi aliran superkritis karena ketinggian permukaan air aliran kritis lebih rendah dari ketinggian di kaki permukaan air. Selain itu, pada titik 0-800 m kala ulang 2, 5 dan 10 tahun terjadi banjir karena profil muka air melebihi kapasitas debit saluran eksisting. Namun, pada titik hilir 800-100 m tidak terjadi banjir setelah diaalisis dengan program HEC-RAS.

DAFTAR PUSTAKA

- Soemarto. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisis Data*. Bandung: Nova.
- Sosrodarsono, S. 1986. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Sri Harto Br. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi
- Triadmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Suryatmaja, I. B., Ritaka Wangsa, A. A. R., & Agung Yoga Semadi, A. A. K. (2022). Analisis Profil Muka Air Pada Saluran Drainase di Jalan Nagasari Penatih Denpasar. *Jurnal Ilmiah Kurva Teknik*, 11(2), 37–44. <https://doi.org/10.36733/jikt.v11i2.5428>