

STUDI ALTERNATIF PENANGGULANGAN BANJIR KALI RANDUGUNTING DENGAN *BOEZEM* DI KECAMATAN KALIORI KABUPATEN REMBANG

Fara Najwa Tsaqifa¹, Bambang Suprpto², Azizah Rokhmawati³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : nanatsaqifa@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : bambang.suprpto@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : azizah.rachmawati@unisma.ac.id

ABSTRACT

Flooding is a problem in every area affected. The Randugunting River, with a river length of 39.19 km, often floods in Kaliori District, Rembang Regency. Identify problems with the river, for structuring the flow of the drainage system on the Randugunting River. The results of the design flood discharge calculation using the (HSS) Dr. Nakayasu with a return period of 100 years obtained a design flood discharge (Q_{100}) of 94.671 m³/second and then entered it into the HEC-RAS application along with existing data on the river cross section. Efforts to organize the flow of the river drainage system by making a boezem with a width of 7 meters, a length of 11 meters and a depth of 5 meters, as well as making a sluice gate with a width of 1 meter, a height of 0.6 meters and a thickness of 0.5 meters can be a solution for dealing with floods in the Randugunting River.

Keywords: boezem, flood, hec-ras, randugunting river

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kawasan Kaliori sedang mengalami perkembangan jumlah penduduk. Seiring bertambahnya jumlah penduduk di bantaran Kali Randugunting banyak terdapat pemukiman padat penduduk, sehingga menyebabkan banjir di beberapa tahun terakhir dan merendam rumah-rumah warga yang ada pada bantaran sungai. Perkembangan tersebut, berpengaruh pada kebutuhan sarana dan prasarana fisik seperti fasilitas umum dan perkantoran. Kebutuhan-kebutuhan tersebut menyebabkan luas lahan yang semula persawahan semakin berkurang karena diubah menjadi kawasan permukiman. Ini menyebabkan bertambahnya lahan kedap air dan aliran permukaan tidak meresap dalam tanah yang selanjutnya mengalir ke sungai. Oleh karena itu, di kawasan Kali Randugunting di Kaliori perlu dibuat sistem yang baik, sistem yang dimaksud yaitu pembangunan boezem beserta pintu airnya. Boezem adalah salah satu bangunan air untuk menampung air ketika

elevasi pembuangan di hilir lebih tinggi. Karena boezem merupakan bangunan air penampung debit dengan volume besar dengan dilengkapi sarana pengatur debit, seperti pintu air.

1.2. Rumusan Masalah

Dari identifikasi masalah tersebut bahwa rumusan masalahnya sebagai berikut :

1. Berapakah debit banjir rencana dengan periode kala ulang 100 tahun?
2. Bagaimana debit rencana dengan periode kala ulang 100 tahun terhadap kapasitas tampungan Kali Randugunting dengan menggunakan program HEC-RAS?
3. Berapakah hasil perencanaan bentuk dimensi *boezem* untuk penanggulangan banjir Kali Randugunting?

1.3. Batasan Masalah

1. Tidak membahas mengenai analisa ekonomi dan biaya, dan analisa terhadap kekuatan dan kestabilan struktur bangunan.

2. Tidak dipengaruhi pasang surut dan gelombang air laut sehingga debit air cenderung sama.
3. Tidak memperhitungkan angkutan sedimen dan air tanah.
4. Tidak menghitung debit air pembuangan dari penduduk.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari studi tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung debit banjir rencana yang terjadi dengan periode kala ulang 100 tahun.
2. Menghitung kapasitas tampung Kali Randugunting dengan periode kala ulang 100 tahun.
3. Mendapatkan rencana untuk penanggulangan banjir pada Kali Randugunting.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi Banjir

Banjir berasal dari aliran limpasan yang mengalir melalui sungai atau menjadi genangan. Sedangkan limpasan adalah aliran air mengalir pada permukaan tanah yang ditimbulkan oleh curah hujan setelah air mengalami infiltrasi dan evaporasi, selanjutnya mengalir menuju ke sungai (Hadisusanto, 2010).

2.2. Pengendalian Banjir

Pengendalian banjir merupakan kegiatan perencanaan, pelaksanaan pekerjaan pengendalian banjir, eksploitasi dan pemeliharaan, yang pada dasarnya untuk mengendalikan banjir, pengaturan penggunaan daerah dataran banjir dan mengurangi atau mencegah adanya bahaya/kerugian akibat banjir. Ada 4 strategi dasar untuk pengelolaan daerah banjir yang meliputi (Dewandaru, Noerhayati, & Rokhmawati, 2023):

- a. Modifikasi kerentanan dan kerugian banjir (penentuan zona atau pengaturan tata guna lahan)
- b. Modifikasi banjir yang terjadi (pengurangan) dengan bantuan pengontrol (waduk) atau normalisasi sungai.
- c. Modifikasi dampak banjir dengan penggunaan teknis mitigasi seperti asuransi,

penghindaran banjir (flood profing)

- d. Pengaturan peningkatan kapasitas alam untuk dijaga kelestariannya seperti penghijauan

2.3. Pengertian Boezem dan Pintu Air

Boezem atau kolam tampung adalah kolam yang bertujuan untuk menampung sementara limpasan air hujan atau air sungai dalam suatu kawasan, sementara muka air di pembuangan akhir lebih tinggi daripada muka air di saluran, sehingga pembuangan tidak bisa berjalan sesuai gravitasi. (Rahmananta, 2017). Setelah muka air turun, boezem akan dikosongkan.

Pintu air digunakan untuk mengatur elevasi air. Pintu air akan dibuka saat muka air hilir (pembuangan akhir) rendah dan ditutup bila muka air hilir sedang tinggi. Selain itu digunakan untuk menahan backwater air asin (untuk saluran yang berhubungan dengan laut).

2.4. Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari mengenai air di bumi, kejadiannya, perputarannya serta penyebabnya, kekayaan kimiawi serta fisiknya, reaksinya terhadap lingkungannya, termasuk hubungannya dengan benda- benda hayati. Persediaan air dunia hampir semuanya di dapatkan dari proses siklus hidrologi.

2.5. Curah Hujan Efektif

Curah hujan efektif merupakan bagian dari curah hujan total yang mengakibatkan debit banjir atau limpasan langsung (direct run off). Bentuk dari limpasan langsung ini yaitu, terdiri dari limpasan permukaan dan interflow. Besar curah hujan efektif dapat dihitung menggunakan rumus. (Subarkah, Imam, 1980)

2.6. Debit Banjir Rencana

Untuk menentukan hidrograf banjir satuan daerah pengaliran sungai dapat digunakan hidrograf sintetik, dalam hal ini biasanya digunakan hidrograf-hidrograf sintetik yang telah dikembangkan di negara-negara lain, dimana parameternya harus disesuaikan dahulu dengan karakteristik daerah pengaliran yang ditinjau (Soemarto, 1999)

Tabel 1. pemilihan kala ulang banjir rencana

Jenis bangunan air	Kala ulang
Bendungan urugan tanah atau batu	1000
Bendungan beton atau batu kali	500-1000
Bendung	50-100
Saluran pengelak banjir	20-50
Tanggul sungai	10-20
Drainase saluran di sawah atau pemukiman	5-10

Sumber : Masrevaniah, Aniek, (2014)

2.7. Penentuan Dimensi Pintu Air

Dimensi pintu air ditetapkan berdasarkan debit yang akan dilewatkan melalui pintu tersebut. Untuk pintu boezem ditentukan berdasarkan elevasi muka air banjir di sungai, elevasi banjir dan debit banjir yang dibuang melalui pintu air tersebut. Kecepatan aliran air yang diinginkan melalui pintu tersebut sebesar 1-2 m/dt., tetapi untuk pintu air yang berdimensi cukup besar dapat mencapai kecepatan 3,5 m/dt.

2.8. HEC-RAS

HEC-RAS adalah sistem *software* terintegrasi, yang didesain untuk digunakan secara interaktif pada kondisi tugas yang beraneka macam. Sistem ini terdiri dari interface grafik pengguna, komponen analisa hidrolika terpisah, kemampuan manajemen dan tampungan data, fasilitas pelaporan dan grafik.

Sistem HEC-RAS pada akhirnya akan memuat tiga komponen analisa hidrolika satu dimensi untuk:

1. Perhitungan profil muka air aliran seragam (*steady flow*),
2. Simulasi aliran tidak seragam,
3. Perhitungan transport sedimen dengan batas yang bisa dipindahkan.
4. Ketiga komponen tersebut akan menggunakan representasi data geometri serta perhitungan hidrolika dan geometri seperti pada umumnya. Versi terakhir dari HEC-RAS yaitu HEC- RAS 6.4.1 mendukung perhitungan profil muka air aliran tunak

dan tidak tunak.

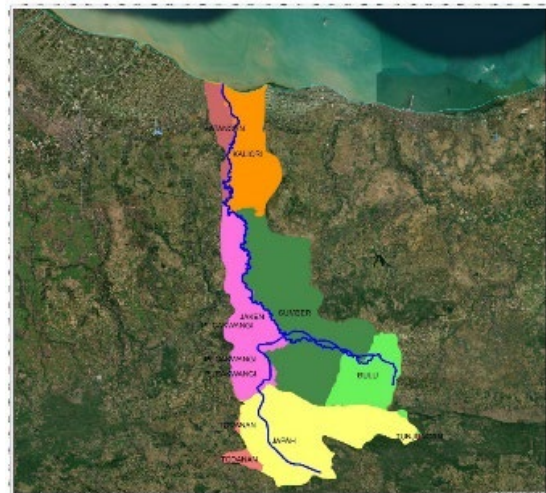
Terdapat lima langkah penting dalam membuat model hidrolika dengan menggunakan HEC-RAS:

- Memulai proyek baru
- Memasukkan data geometri
- Memasukkan data aliran dan kondisi batas
- Melakukan perhitungan hidrolika
- Menampilkan dan mencetak hasil

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Deskripsi Daerah Studi

Daerah lokasi studi adalah Kali Randugunting yang secara administrasi terletak di Kecamatan Kaliori Kabupaten Rembang.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

Sumber : (Peta Digital, Telah diolah, 2024)

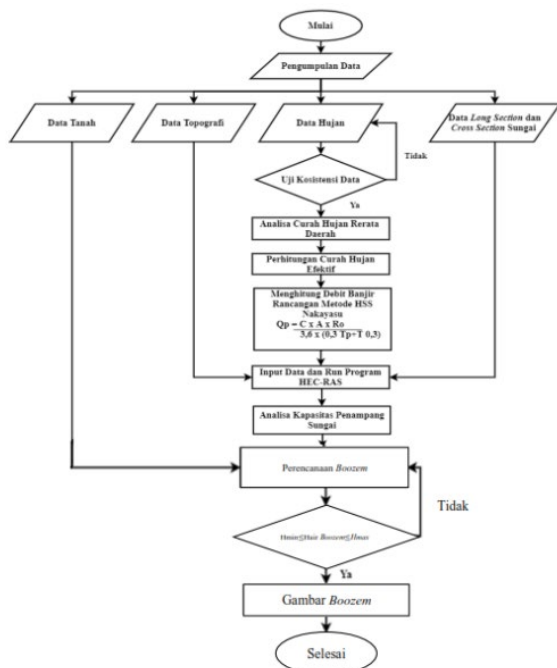
3.2. Pengumpulan Data

1. Data curah hujan bulanan
2. Data teknis Kali Randugunting dari Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana
3. Data Daerah Aliran Sungai (DAS) Randugunting

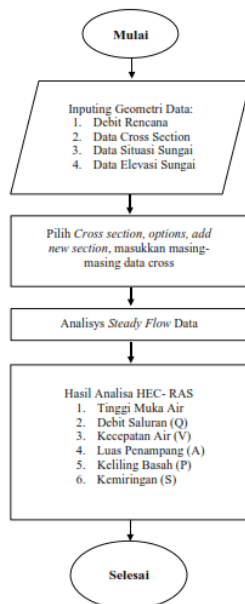
3.3. Sistematis Tahapan Studi

1. Analisa Hidrologi
 - a. Analisa data curah hujan
 - b. Uji konsistensi data
 - c. Analisa hujan rata-rata
 - d. Uji kesesuaian data
 - e. Analisa debit anjir
2. Analisa Hidrolika
 - a. Analisa saluran eksisting
 - b. Perencanaan dimensi *boezem*

3.4. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2 flowchart



Gambar 3. Bagan Alir HEC-RAS

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Hidrologi

Dalam penelitian normalisasi sungai, Langkah awal harus dilakukan analisis hidrologi. Dalam hal ini, analisis yang dilakukan adalah menghitung besarnya debit banjir rancangan pada Kali Randugunting dari aliran air banjir di DAS Randugunting yang terlebih dahulu perlu dihitung besar curah hujan rancangan tiap kala ulang. Pada studi ini, data

yang diperlukan adalah data hujan dari stasiun penakar hujan yang berpengaruh pada daerah aliran sungai (DAS). Stasiun hujan yang berpengaruh adalah Stasiun Sumber dan Stasiun Kaliori, dengan data curah hujan harian pada stasiun hujan yang digunakan adalah antara tahun 2012 sampai 2023 (12 tahun).

4.2. Menentukan Curah Hujan Maksimum Harian Rata – rata

Tabel 2. Perhitungan Curah Hujan Maksimum Rata-Rata Daerah

Tahun	Stasiun		Jumlah (mm/hari)	Curah Hujan Max Harian Rata rata (mm/hari)
	Sumber (mm/hari)	Kaliori (mm/hari)		
2012	60,00	49,00	109,00	54,50
2013	65,00	93,00	158,00	79,00
2014	89,00	107,00	196,00	98,00
2015	60,00	51,00	111,00	55,50
2016	83,00	103,00	186,00	93,00
2017	90,00	77,00	167,00	83,50
2018	45,00	83,00	128,00	64,00
2019	95,00	93,00	188,00	94,00
2020	84,00	78,00	162,00	81,00
2021	89,00	74,00	163,00	81,50
2022	110,00	81,00	191,00	95,50
2023	87,00	50,00	137,00	68,50

Sumber: Hasil Pengolahan Data

4.3. Perhitungan Distribusi Log Person Type III

1. Mengubah data $X_1, X_2, \dots, X_n$ menjadi $\log X_1, \log X_2, \dots, \log X_n$ contoh:

$$X_1 = 54,5 \rightarrow \log X_1 = 1,736$$

2. Menghitung harga rata-rata dengan menggunakan rumus:

$$\overline{\log x} = \frac{\sum \log x_i}{n} = \frac{22,674}{12} = 1,89$$

3. $Sd = \sqrt{\frac{(\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,080}{11}} = 0,089$

4. menghitung harga koefisien kemiringan dengan rumus:

$$Cs = \frac{n \sum (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)Sd^3} = \frac{12 \sum (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(12-1)(12-2)(0,089^3)} = -0,681$$

Untuk $Cs = -0.681$ dapat dicari dari nilai P yang di dapat dari nilai K untuk Distribusi Log Pearson III. Dengan cara interpolasi, didapat nilai K untuk masing- masing kala ulang tertentu.

5. Menghitung logaritma hujan rancangan dengan kala ulang tertentu dengan rumus : $\log X_t = \log \bar{X} + K \cdot Sd$

6. Menghitung antilog X_t untuk mendapatkan curah hujan rancangan dengan kala ulang tertentu atau dengan membaca grafik pengeplotan X_t dengan peluang pada kertas logaritma.

Adapun perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 3:

Tabel 3. Distribusi Frekuensi Log Person III

No	Tahun	X_i (mm/hari)	Log X_i	Log X_i - Log X_r	(Log X-Log X_r) ²	(Log X-Log X_r) ³
1	2014	98,00	1,991	0,102	0,010	0,001
2	2022	95,50	1,980	0,090	0,008	0,001
3	2019	94,00	1,973	0,084	0,007	0,001
4	2016	93,00	1,968	0,079	0,006	0,000
5	2017	83,50	1,922	0,032	0,001	0,000
6	2021	81,50	1,911	0,022	0,000	0,000
7	2020	81,00	1,908	0,019	0,000	0,000
8	2013	79,00	1,898	0,008	0,000	0,000
9	2023	68,50	1,836	-0,054	0,003	0,000
10	2018	64,00	1,806	-0,083	0,007	-0,001
11	2015	55,50	1,744	-0,145	0,021	-0,003
12	2012	54,50	1,736	-0,153	0,023	-0,004
Jumlah			22,674	0,000	0,088	-0,004
Log X_r			1,890			
Simpangan Baku (Sd)			0,089			
Koef. Skewness (Cs)			-0,681			

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4. Hujan Rancangan Dengan Kala Ulang 2, 5, 10, 25, 50, Dan 100 Tahun

T_r	Pr (%)	K	K.Sd Log X	Log X_r rancangan	X_r rancangan
2	50	0,113	0,010	1,890	77,70
5	20	0,857	0,077	1,896	78,78
10	10	1,189	0,106	1,899	79,26
25	4	1,496	0,134	1,902	79,71
50	2	1,674	0,150	1,903	79,97
100	1	1,820	0,163	1,904	80,19

Sumber: Hasil Perhitungan

4.4. Perhitungan Debit Banjir Rancangan

Berdasarkan pada hasil nilai curah hujan rencana dapat dicari debit banjir rencana Kali Randugunting dengan menggunakan metode Nakayasu, diketahui:

- Luas DAS (A) = 146,24 km²
- Panjang Sungai (L) = 39,19 km
- Hujan Satuan (R_0) = 1 mm

Adapun untuk tahap perhitungan debit banjir rencana sebagai berikut ini:

$$\text{Dengan: } Q_p = \frac{C \times A \times R_0}{3,6 \times (0,3 T_p + T_{0,3})}$$

Dimana:

- Q_p = debit puncak banjir (m³/det)
- R_0 = hujan satuan (mm)
- T_p = tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)
- $T_{0,3}$ = waktu yang diperlukan untuk penurunan debit dari debit puncak menjadi

30%

Untuk menentukan nilai T_p dan $T_{0,3}$ Dr. Nakayasu Menentukan rumus-rumus sebagai berikut:

$$T_p = T_g + 0,8 t_r$$

$$T_{0,3} = \alpha \times T_g$$

Dimana:

T_g = time log, yaitu antara hujan sampai debit puncak (jam)

T_r = satuan waktu hujan = 1 jam

α = koefisien bernilai antara 1,5 – 3,5

Penentuan nilai T_g berdasarkan pada panjang sungai seperti seperti berikut ini:

$$T_g = 0,21 L^{0,7} \quad \text{untuk } L < 15 \text{ km}$$

$$T_g = 0,4 + 0,058 L \quad \text{untuk } L > 15 \text{ km}$$

Dimana:

L = panjang sungai (km)

- Waktu konsentrasi (tg)

$$t_g = 0,4 + (0,058 \times L) = 0,4 + (0,058 \times 39,19) = 2,673 \text{ jam}$$

- Nilai koefisien karakteristik DAS (α)

$$\alpha = \frac{0,47(AL)^{0,25}}{t_g} = \frac{0,47(146,24 \times 39,19)^{0,25}}{2,673} = 1,530$$

- Lama hujan efektif yang menyebabkan limpasan permukaan (t_r)

$$t_r = 0,5 \times t_g = 0,5 \times 2,673 = 1,337 \text{ jam}$$

- Waktu Ketika terjadi debit tertinggi (T_p)

$$T_p = t_g + (0,8 \times t_r) = 2,673 + (0,8 \times 1,337) = 3,742$$

- Waktu penurunan debit dari debit puncak mencapai debit 30% ($T_{0,3}$)

$$T_{0,3} = \alpha \times t_g = 1,530 \times 2,673 = 4,089 \text{ jam}$$

$$T_p + T_{0,3} = 3,742 + 4,089 = 7,832 \text{ jam}$$

$$T_p + t_{0,3} + 1,5 T_{0,3} = 7,832 + 6,134 = 15,942 \text{ jam}$$

- Debit maksimum hidograf satuan (Q_p)

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left(\frac{A \times R_0}{0,3 \times T_p + T_{0,3}} \right) = \frac{1}{3,6} \left(\frac{146,24 \times 1}{0,3 \times 3,742 + 4,089} \right) = 7,794 \text{ m}^3/\text{det}$$

- Pada lengkung naik ($0 < t < t_p$)

$$0 < t < 3,742$$

$$Q_a = Q_p \times \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4} = 7,794 \times \left(\frac{1}{4,089} \right)^{2,4} = 0,328 \text{ m}^3/\text{det}/\text{mm}$$

- Pada lengkung turun

$$\text{a. } T_p < t < T_{0,3}$$

$$3,742 < t < 4,089$$

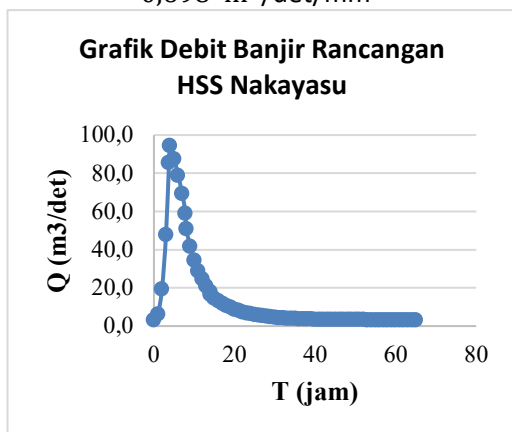
$$Qd_1 = Qp \times 0,3^{\frac{t-Tp}{T_{0,3}}} \\ = 7,794 \times 0,3^{\frac{4-3,742}{4,089}} \\ = 7,224 \text{ m}^3/\text{det}/\text{mm}$$

$$\text{b. } T_{0,3} < t < 1,5 T_{0,3} \\ 4,089 < t < 6,134$$

$$Qd_2 = Qp \times 0,3^{\frac{t-Tp+0,5T_{0,3}}{1,5T_{0,3}}} \\ = 7,794 \times 0,3^{\frac{7,832-4,089+2,045}{6,134}} \\ = 2,388 \text{ m}^3/\text{det}/\text{mm}$$

$$\text{c. } t > 1,5 T_{0,3} \\ t > 6,134$$

$$Qd_3 = Qp \times 0,3^{\frac{t-Tp+1,5T_{0,3}}{2T_{0,3}}} \\ = 7,794 \times 0,3^{\frac{13,996-3,742+6,134}{8,179}} \\ = 0,698 \text{ m}^3/\text{det}/\text{mm}$$



Gambar 4. Grafik Hidograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu
Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan grafik hidograf HSS Nakayasu diatas didapatkan nilai debit banjir sebesar 94,671 m³/detik pada kala ulang 100 tahun.

4.5. Analisa Hidrolika

Analisis Hidrolika dimaksudkan untuk menghitung kapasitas sungai dengan tujuan untuk mengetahui kapasitas boezem yang akan menampung debit rencana. Perhitungan kapasitas saluran ini berdasarkan pada kondisi eksisting sungai yang ada di lokasi studi.

Contoh perhitungan kapasitas debit penampang eksisting Kali Randugunting pada Maguan 1:

$$\begin{aligned} \text{Q100 Tahun} &= 94,671 \text{ m}^3/\text{detik} \\ \text{Kemiringan Lereng (m)} &= 1 : 2 \\ \text{Kemiringan (S)} &= 0,0008 \\ \text{Luas Penampang (A)} &= b \times h + m \times h^2 \\ &= 16,28 \times 2,79 + 2 \times 2,79^2 \\ &= 60,9894 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Keliling Basah (P)} &= b + 2h \times \sqrt{1+m^2} \\ &= 16,28 + 2 \times 2,79 \times \sqrt{1+2^2} \\ &= 30,23 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jari-Jari Hidraulika (R)} &= A / P \\ &= 60,9894 / 30,23 \\ &= 2,017 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan Aliran (V)} &= 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2} \\ &= 1/0,04 \times 2,017^{2/3} \times 0,00081^{1/2} \\ &= 1,129 \text{ m}/\text{det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Debit} &= A \times V \\ &= 60,9894 \times 1,129 \\ &= 68,8573 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Jadi untuk penampang Kali Randugunting eksisting pada Maguan 1 dapat menampung debit 68,8573 m³/det, sedangkan debit maksimum yang direncanakan untuk periode ulang 100 tahun adalah sebesar 94,671 m³/detik.

Contoh perhitungan kapasitas debit penampang eksisting Kali Randugunting pada Ledok 1:

$$\begin{aligned} \text{Q100 Tahun} &= 94,671 \text{ m}^3/\text{detik} \\ \text{Kemiringan Lereng (m)} &= 1 : 2 \\ \text{Kemiringan (S)} &= 0,0007 \\ \text{Luas Penampang (A)} &= b \times h + m \times h^2 \\ &= 14,21 \times 2,81 + 2 \times 2,81^2 \\ &= 55,7223 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Keliling Basah (P)} &= b + 2h \times \sqrt{1+m^2} \\ &= 14,21 + 2 \times 2,81 \times \sqrt{1+2^2} \\ &= 28,26 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jari-Jari Hidraulika (R)} &= A / P \\ &= 55,7223 / 28,26 \\ &= 1,9717 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan Aliran (V)} &= 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2} \\ &= 1/0,04 \times 1,9717^{2/3} \times 0,00071^{1/2} \\ &= 1,0401 \text{ m}/\text{det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Debit} &= A \times V \\ &= 55,7223 \times 1,0401 \\ &= 57,9547 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Jadi untuk penampang Kali Randugunting eksisting pada Ledok 1 dapat menampung debit 57,9547 m³/det, sedangkan debit maksimum yang direncanakan untuk periode ulang 100 tahun adalah sebesar 94,671 m³/detik.

Tabel 5. Kapasitas Debit Banjir Penampang Eksisting yang Mengalami Banjir di Desa Mojorembun

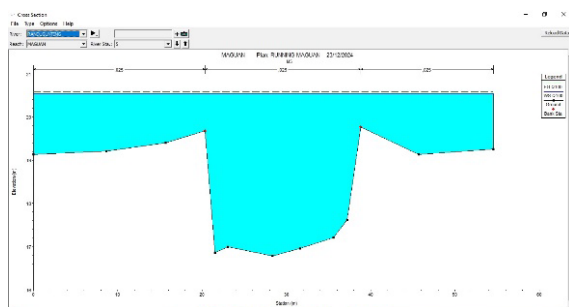
No	potongan sungai	Q (m ³ /det)	Q rencana (m ³ /det)	Keterangan
1	Maguan 1	68,85733	94,671	Meluap
2	Maguan 2	66,24993	94,671	Meluap
3	Maguan 3	62,10783	94,671	Meluap
4	Maguan 4	63,39689	94,671	Meluap
5	Maguan 5	67,03551	94,671	Meluap

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 6. Kapasitas Debit Banjir Penampang Eksisting yang Mengalami Banjir di Desa Maguan

No	potongan sungai	Q (m ³ /det)	Q rencana (m ³ /det)	Keterangan
1	Ledok 1	57,95479	94,671	Meluap
2	Ledok 2	78,79985	94,671	Meluap
3	Ledok 3	45,33721	94,671	Meluap
4	Ledok 4	56,57102	94,671	Meluap
5	Ledok 5	61,6784	94,671	Meluap

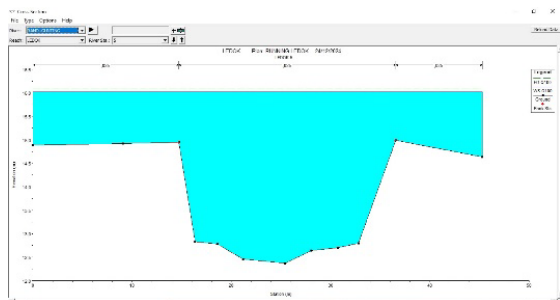
Sumber: Hasil Perhitungan



4.5. Hail Running HEC-RAS

Gambar 5. Tinggi Limpasan pada Kali Randugunting pada Maguan 1

Sumber: Program Aplikasi HEC-RAS



Gambar 6. Tinggi Limpasan pada Kali Randugunting pada Ledok 1

Sumber: Program Aplikasi HEC-RAS

4.6. Perhitungan Dimensi Boezem

Perhitungan dimensi *boezem* didapat dari perhitungan debit yang meluap di lokasi sungai yang terjadi banjir.

Setelah mengetahui hasil debit *boezem*, langkah selanjutnya adalah mendisain eksisting *boezem* dengan menghitung dimensi *boezem* yang direncanakan dengan bentuk persegi panjang dengan lebar 60 m tinggi 5 m.

1. Mendimensi *boezem* dengan dasar kapasitas yang ada

$$t = 4 \text{ jam} = 7 \times 60 = 420 \text{ detik}$$

$$\text{Volume} = Q \text{ boezem} \times t$$

$$= 31,8721 \times 420$$

$$= 13.386,28 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume boezem} = \text{volume kumulatif} +$$

$$20\% \text{ vol. kumulatif}$$

$$= 13.386,28 + (20\% \times$$

$$13.386,28)$$

$$= 16.063,54 \text{ m}^3$$

2. Mencari luas penampang

$$\text{Volume boezem} = \text{luas} \times \text{kedalaman}$$

$$16.063,54 \text{ m}^3 = A \times 5$$

$$A = 16.063,54/5$$

$$A = 3.212,71 \text{ m}^2$$

Dengan melihat ukuran lahan yang dapat dihitung berapa Panjang (l) dan lebar (b) *boezem* di Kecamatan Kaliwiro.

$$\text{Luas (A)} = \text{panjang (l)} \times \text{lebar (b)}$$

$$3.212,71 \text{ m}^2 = 60 \times b$$

$$b = 3.212,71/60$$

$$= 53,55 \text{ m} = 54 \text{ m}$$

Jadi, dimensi dari *boezem* di Kecamatan Kaliwiro adalah:

$$\text{Panjang (l)} = 60 \text{ m}$$

$$\text{Lebar (b)} = 54 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman (h)} = 5 \text{ m}$$

$$\text{Volume (V)} = l \times b \times h$$

$$= 60 \times 54 \times 5$$

$$= 16.200 \text{ m}^3$$

$$16.200 \text{ m}^3 > 16.063,54 \text{ m}^3 \text{ (vol. min. boezem)}$$

4.7. Perhitungan Pintu Air

Pintu air yang digunakan direncanakan menggunakan pintu air dari pelat baja. Untuk mendapatkan tebal pintu air menggunakan rumus gaya hidrostatik dan menghitung Momen maksimum pada daun pintu. Direncanakan tebal pelat pintu dan dimensi stag pintu.

a = 0,50 meter (bukaan pintu)
 b = 1,00 meter (lebar pintu)
 hp = 0,60 meter (tinggi daun pintu)
 invert = 1,0 meter
 - Gaya hidrostatik akibat tekanan air:
 hair = 1,72 – invert = 1,72 – 1,0 = 0,72 m
 hp = 0,60 m
 h1 = hair - hp = 0,72 – 0,60 = 0,12 m
 yw = 1 ton/m³ (Darwis,2018)
 P1 = yw . h1 = 0,12 ton/m²
 P2 = yw . hair = 0,72 ton/m²
 q (beban merata yang bekerja):

$$q = \frac{P_2 + P_1}{2} h_p = \frac{0,12 + 0,72}{2} 0,60 = 0,252 \text{ ton/m}$$

$$M_{\max} = \frac{1}{8} q b^2 = \frac{1}{8} \cdot 0,252 \cdot 1^2 = 0,0315 \text{ tm}$$

$$= 3150 \text{ kgcm}$$

- Perencanaan tebal pelat

Direncanakan pintu baja menggunakan BJ37
 $\sigma = 1600 \text{ kg/cm}^2$

$$\text{Tebal pelat rencana, } \sigma = \frac{M_{\max}}{w} = \frac{M_{\max}}{\frac{1}{6} b t^2}$$

$$\frac{M_{\max}}{\frac{1}{6} b t^2} \leq 1600$$

$$\frac{3150}{\frac{1}{6} 100 t^2} = 1600$$

$$t = 0,34 \text{ cm}$$

Tebal pelat yang dipakai = 0,4 cm
 Perencanaan setang pintu

bpintu = 1,00 m
 hpintu = 0,60 m
 tpintu = 0,5 cm

- Pembebanan

Berat sendiri:

$$\begin{aligned} \text{Berat pintu (g)} &= b \times h \times t \times 7850 \\ &= 1 \times 0,60 \times 0,005 \times 7850 \\ &= 23,6 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sambungan} &= 25\% \times g \\ &= 25\% \times 23,6 \\ &= 5,9 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= 23,6 + 5,9 \\ &= 29,44 \text{ kg} \end{aligned}$$

Akibat tekanan air

$$H_a = 0,5 \cdot y_w \cdot h_p \cdot (2 \text{hair} - h_p) \cdot b$$

$$\begin{aligned} &= 0,5 \cdot 1 \cdot 0,60 \cdot (2 \cdot 0,72 - 0,60) \cdot 1 \\ &= 0,252 \text{ ton} = 251,8 \text{ kg} \end{aligned}$$

Akibat gaya gesek dengan air

$$G = 0,4 \cdot H_a = 0,4 \cdot 251,8 = 100,72 \text{ kg}$$

Diameter setang

$$\begin{aligned} \text{Total berat (Str)} &= W + G \\ &= 29,44 + 100,72 \\ &= 130,15 \text{ kg} \end{aligned}$$

Direncanakan setang dari baja dengan mutu BJ37, $\sigma = 1600 \text{ kg/cm}^2$

$$\text{Str} = A \times \sigma$$

$$130,15 = A \times 1600$$

$$A = 130,15 / 1600$$

$$A = 0,081 \text{ cm}^2$$

$$D = \sqrt{0,081 / (1/4 \times 3,14)} = 0,32 \text{ cm}$$

D min setang = 7 cm (ketentuan PUPR)

D < D min setang

Diameter yang dipakai = 7 cm

Panjang setang

$$L = a + 1 = 0,5 + 1 = 1,5 \text{ m}$$

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil perhitungan yang digunakan dalam penyelasan “Studi Alternatif Penanggulangan Banjir Kali Randugunting Dengan Boezem Di Kecamatan Kaliori Kabupaten Rembanbg”, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Debit banjir rencana dengan periode kala ulang 100 tahun didapat sebesar 94,671 m³ /detik.
2. Debit banjir rencana dengan periode kala ulang 100 tahun terhadap kapasitas tampungan Kali Randugunting dengan menggunakan program HEC-RAS dari penampang Maguan 1 sampai dengan Maguan 5 dan Ledok 1 sampai dengan Ledok 5 semuanya meluap.
3. Rencana penanggulangan banjir Kali Randugunting dengan membuat boezem. Volume yang ditampung pada boezem sebesar 16.063,54 m³
 Dimensi boezem :
 A (luas) = 3.212,71 m²
 H (kedalaman) = 5 meter
 Pintu air dari baja sebanyak 2 buah, dengan dimensi:
 b (lebar pintu) = 1 meter
 h (tinggi pintu) = 0,6 meter
 t (tebal pintu) = 0,5 meter

5.2. Saran

Dengan melihat nilai daya tampung Kali Randugunting dan mengetahui strategi untuk penanggulangan banjir di Kali Randugunting. Saran yang dapat disampaikan dalam penanggulangan banjir Kali Randugunting yakni:

1. Diharapkan ada penggunaan program aplikasi selain HEC-RAS seperti halnya ArcGIS untuk Analisa daerah rawan banjir.
2. Perlunya ada perawatan berkala untuk boezem dan pintu air agar sistem pembuangan dapat berjalan lancar.
3. Adanya peninjauan teknis terhadap operator pintu agar sistem berjalan optimal.
4. Bagi peneliti selanjutnya yang akan melakukan kajian yang sama dapat mengembangkan penelitian dengan melakukan studi pendahuluan terhadap intake pada aliran Kali Randugunting agar meningkatkan lagi ketelitian dalam segi kelengkapan data yang diperoleh dan kesesuaian hasil perencanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewandaru, F. K., Noerhayati, E., & Rokhmawati, A. (2023). STUDI PERENCANAAN PENGENDALIAN BANJIR SUNGAI MARMOYO KECAMATAN PLOSO KABUPATEN JOMBANG MENGGUNAKAN SOFTWARE HEC-RAS. *Jurnal Rekayasa Sipil*.
- Hadisusanto (2010). *Aplikasi Hidrologi*. Jogja Media Utama.
- Manunggal, B. T., Rachmawati, A., & Noerhayati, E. (2023). Studi Alternatif Penanggulangan Banjir Sungai Code dengan Metode Sudetan di Kecamatan Gondomanan Kota Yogyakarta Menggunakan HEC-RAS 5.0.7. *Jurnal Rekayasa Sipil*.
- Masrevaniah, Aniek, 2014, *Studi Penentuan Control Water Level Maksimum Waduk Sutami*. Malang : Jurusan Pengairan, Universitas Brawijaya.
- Rahmananta, H. F. (2017). *Perencanaan Boezem Dan Pompa Di Kawasan Hilir Kali Kandangan Surabaya Barat*. ITS. Surabaya.

Soemarto, CD, 1987. *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Penerbit Usaha Nasional.

Soemarto, CD, 1999, *Hidrologi Teknik edisi dua*. Jakarta : Erlangga.

Subarkah, Imam, 1980. *Bangunan Air*. Idea Darma : Bandung.