

PERENCANAAN NORMALISASI SUNGAI BABAK SEBAGAI ANTISIPASI BANJIR DI KABUPATEN LOMBOK BARAT

*Cahya Nugraha, Islamy Rusyda, Agustini Ernawati
Prodi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Mataram

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima: 02-02-2019

Disetujui: 20-02-2019

Kata Kunci:

Normalisasi
Sungai Babak
Banjir
Hecras 4.1

ABSTRAK

Sungai babak merupakan sungai yang melintasi wilayah Kabupaten Lombok Tengah dan Kabupaten Lombok Barat, hampir setiap tahun terjadi banjir di sungai ini. Banjir yang terjadi pada tanggal 10 Januari 2009 merupakan banjir terbesar di Kabupaten Lombok Barat. Kejadian tersebut mengakibatkan kerugian yang cukup besar, baik dari segi ekonomi maupun sosial. Mengurangi risiko dampak kerugian akibat limpasan banjir sungai babak sangat diperlukan yaitu upaya yang dilakukan adalah meningkatkan kapasitas tampungan sungai sebagai antisipasi banjir di wilayah sungai tersebut.

Tahapan perencanaan normalisasi alur aliran sungai pada dasarnya meliputi kegiatan yang terdiri dari pengumpulan data sekunder dari berbagai instansi, perhitungan debit rencana, menginput data sungai babak ke dalam program *HEC-RAS*, analisa kapasitas tampungan, serta memberikan alternatif perencanaan normalisasi sungai.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode *Gumble* dihasilkan debit dengan kala ulang 50 tahun sebesar $877.63 \text{ m}^3/\text{dt}$ dialirkan pada sungai babak sepanjang 2.193 km (L.132-L.78). Dengan program *HEC-RAS 4.1* yang dihasilkan dimensi penampang sungai dan profil muka air. Dalam hasil output analisa yang didapatkan penampang awal sungai tidak mampu menampung debit rencana dengan kala ulang 50 tahun, maka dilakukan pemberian alternatif normalisasi. Alternatif normalisasi pertama yaitu memperlebar bantaran kiri dan kanan sungai 5 m dan pengerukan dasar sungai 2 sampai 3 m, dengan kemiringan tebing 1:1 dan diperkuat lagi menggunakan kotak kawat batu bronjong dengan ukuran dimensi panjang 4 m, lebar 1 m, tinggi 0.5 m. Kemudian alternatif normalisasi terakhir diberikan tanggul setinggi 2 sampai 5 m pada kiri dan kanan penampang sungai. Setelah dilakukan upaya normalisasi antisipasi banjir seperti pelebaran, pengerukan, dan pemberian tanggul, jadi kapasitas tampungan sungai babak mampu menampung debit rencana $877.63 \text{ m}^3/\text{det}$ sampai dengan kala ulang 50 tahun.

ABSTRACT

Babak River is a river that crosses the Central Lombok Regency and West Lombok Regency, floods occur almost every year in this river. The flood that occurred on January 10, 2009 was the largest flood in West Lombok Regency. The incident resulted in considerable losses, both in terms of economic and social. Reducing the risk of loss due to the runoff of the babak river flood is needed, namely the effort taken is to increase the capacity of the river basin in anticipation of flooding in the river area.

The stages of river flow normalization planning basically includes activities consisting of collecting secondary data from various agencies, calculating the discharge plan, inputting babak river data into the *HEC-RAS* program, analyzing storage capacity, and providing alternative river normalization planning.

The results showed that by using the *Gumble* method generated a discharge with a 50-year return period of $877.63 \text{ m}^3 / \text{sec}$ was discharged in the 2,193 km (L.132-L.78) babak river. With the *HEC-RAS 4.1* program the river cross-sectional dimensions and water level profiles were produced. In the results of the analysis output obtained the initial cross section of the river is not able to accommodate the discharge plan with a return period of 50 years, then an alternative normalization is given. The first alternative normalization is widening the left and right banks of the river 5 m and dredging the riverbed 2 to 3 m, with a slope of 1:1 and reinforced using a gabion stone wire box with dimensions of length 4 m, width 1 m, height 0.5 m. Then the last normalization alternative is given embankments as high as 2 to 5 m on the left and right of the river cross section. After an effort to normalize flood anticipation such as widening, dredging, and providing embankments, the babak river basin capacity is able to accommodate a planned discharge of $877.63 \text{ m}^3/\text{s}$ until a 50 year return period.

A. LATAR BELAKANG

Banjir merupakan peristiwa alam yang dapat menimbulkan korban kerugian harta benda, penduduk serta dapat pula menimbulkan korban jiwa. Selanjutnya banjir dapat pula merusak bangunan sarana, prasarana dan lingkungan hidup serta merusak tata kehidupan masyarakat. (Sosrodarsono, 1985). Banjir disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu faktor hujan, hancurnya retensi Daerah Aliran Sungai (DAS), kesalahan perencanaan pembangunan alur sungai, pendangkalan sungai dan kesalahan tata wilayah dan pembangunan sarana dan prasarana (Maryono, 2005).

Dalam satu abad terakhir, banjir tetap merupakan bencana yang penting di Indonesia ditinjau dari sisi frekuensinya (tercatat 108 kali dari keseluruhan 343 peristiwa bencana penting atau 33,3%). Selain itu, bencana banjir kerap melanda beberapa aglomerasi besar seperti Jakarta (13,22 juta penduduk), Medan (2,29 juta penduduk) dan Bandung (4,13 juta penduduk). Banjir yang melanda Jawa Tengah dan Jawa Timur di DAS Bengawan Solo dan DAS Brantas pada akhir tahun 2007 yang lalu telah menyedot setidaknya Rp. 2,01 Trilyun yang setara dengan alokasi dana tanggap darurat untuk semua jenis bencana sepanjang tahun 2008.

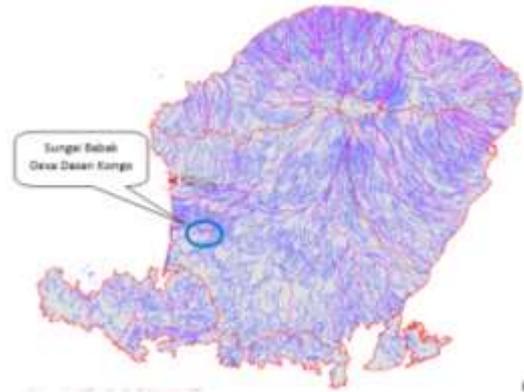
Banjir yang terjadi belakangan ini sudah merupakan hal yang tiap waktu terjadi di berbagai daerah di Indonesia. Seperti banjir di sungai babak pada tahun 2009 dengan debit terbesar 800.7 m³/det dimana pemukiman desa akibat luapan air sungai setinggi ± 1,90 m di daerah pemukiman Desa Suka Makmur Dusun Kebon Kongo. Dan meluas kebeberapa daerah lainnya yaitu Pengsong maupun Perumahan Mavila yang menyebabkan kerugian sangat besar.

Dari kejadian di atas, dapat diambil sebuah gagasan untuk menambah kapasitas tampungan pada sungai, memberikan alternatif normalisasi serta menghitung dalam teoritis dan mensimulasikan dengan bantuan program sebagai mengantisipasi banjir di daerah tersebut.

B. METODE PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

Lokasi studi kasus penelitian meliputi sebelum bendung baturiti pada (Desa Jerneng) hingga sampai ujung hilir sungai pada (Desa Dasan Kongo) Kabupaten Lombok Barat dengan panjang sungai ± 2,193 Km dari cross section L.132-L78).



Gambar 1. Lokasi yang ditinjau



Gambar 2. Peta Topografi

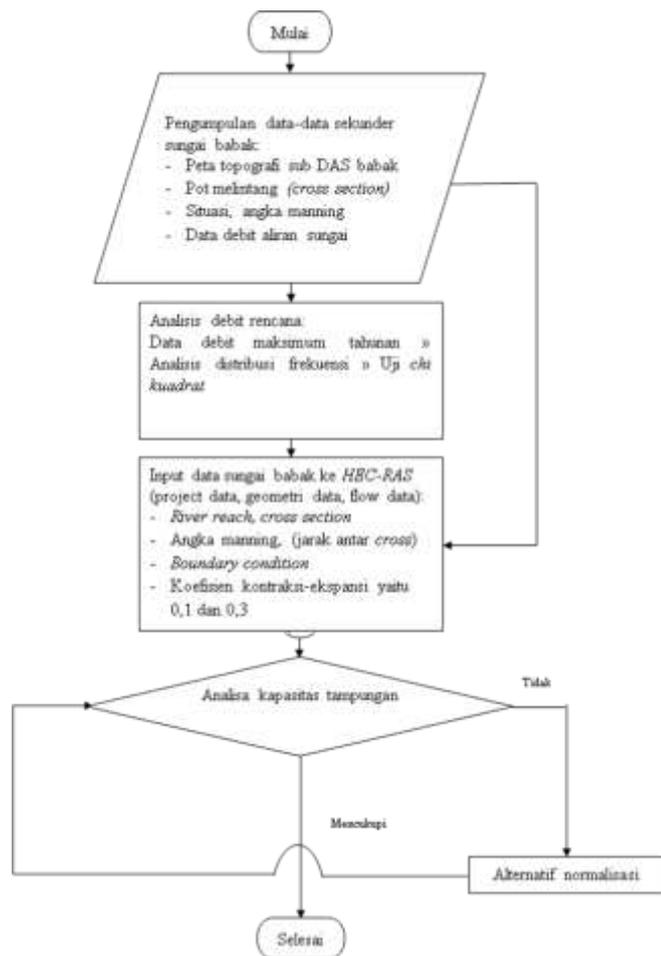
2. Tahapan Perencanaan

Tahapan perencanaan normalisasi alur aliran sungai pada dasarnya meliputi kegiatan yang terdiri dari:

- Pengumpulan data-data sekunder.
- Perhitungan debit rencana.
- Input data sungai babak dalam program *HEC-RAS*.
- Analisa kapasitas tampungan menggunakan program *HEC-RAS*.
- Alternatif Perencanaan normalisasi sungai

3. Bagan Alir Penelitian

Adapun alur penelitian ini disajikan pada **Gambar 3** berikut ini.



Gambar 3. Sketsa jembatan di lapangan

4. Analisa Debit Rencana

Setelah di dapat data debit gebong di daerah Narmada Kabupaten Lombok Barat selama 20 tahun, penulis menentukan karakteristik sebarannya. Konsep perhitungan debit rencana dilakukan dengan menggunakan analisis hidrologi yang meliputi:

1. Metode *Gumble*
2. Metode *Log Person III*

Perhitungan debit rencana secara manual dengan mencari karakteristik data yang kemudian diaplikasikan ke dalam perhitungan secara manual menggunakan sebaran *Gumble* dan *Log Person III*, yang kemudian di uji menggunakan pengujian *Chi-Kuadrat*. Digunakan banjir rencana Q20, Q50, Q100 yaitu banjir dengan *return period* 20 th, 50 th, 100 th. Namun demikian untuk tanggul-tanggul yang kecil penggunaan *return period* yang lebih kecil perlu dipertimbangkan dengan melihat pada keadaan khusus tiap lokasi, sebaliknya banjir yang melebihi Q100 yang saat perencanaan perlu juga dipertimbangkan dalam menentukan besarnya debit perencanaan.

a. Analisis Distribusi Frekuensi

Untuk meramal debit rencana dilakukan dengan analisis frekuensi data debit (Soewarno, 1995). Ada beberapa metode analisis frekuensi yang dapat digunakan yaitu:

1) Metode Distribusi *Gumble*

Untuk menghitung debit rencana dengan metode distribusi *Gumble* digunakan persamaan distribusi frekuensi empiris sebagai berikut (Soewarno, 1995):

$$X_T = \bar{X} + \frac{S}{S_n} (Y_T - Y_n) \quad (1)$$

Dimana, X_T : Nilai variat yang diharapkan terjadi (m^3/det); \bar{X} : Nilai rata-rata hitung variat (m^3/det); S : Standar Deviasi (simpangan baku) (m^3/det)

2) Metode Distribusi *Log Pearson Tipe III*

Metode Distribusi *Log Pearson Tipe III* dapat dinyatakan sebagai model matematik dengan persamaan sebagai berikut (Soewarno,1995):

$$Y = \bar{Y} + k.S \quad (2)$$

Dimana, Y : Nilai logaritmik dari X atau $\log X$; \bar{Y} : Rata-rata hitung (lebih baik rata-rata geometrik) nilai Y ; S : Deviasi standar nilai Y ; k : Karakteristik distribusi peluang *Log Pearson Tipe III*

2) Uji Chi-Kuadrat (*Chi-Square*)

Chi kuadrat adalah pengujian hipotesis tentang perbandingan antara frekuensi sampel yang benar-benar terjadi (Haryono,1994). Untuk memilih jenis distribusi frekuensi sampel data yang cocok terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat mewakili distribusi frekuensi tersebut.

$$Y = \bar{X} + K.S \quad (3)$$

Dengan, Y : Perkiraan yang diharapkan terjadi dengan periode ulang tahunan; \bar{X} : Harga rata-rata sampel data debit (dalam hal ini debit tahunan maksimum); S = Simpangan baku (standar deviasi) data sampel debit; K : Faktor frekuensi/faktor probabilitas, dimana nilainya untuk berbagai periode ulang yang sudah tersedia dalam nilai table nilai variabel reduksi *Gauss*

4. Perencanaan Normalisasi Sungai

Normalisasi sungai terutama dilakukan berkaitan dengan pengendalian atau mengantisipasi banjir, merupakan usaha untuk memperbesar kapasitas pengaliran sungai.

a. Batu Bronjong

Perbaikan tebing sungai untuk melindungi bangunan terhadap kerusakan akibat penggerusan dan sedimentasi agar tanah yang berada di tebing tidak terjadi longsor maka penyusun memberikan perkuatan dengan pasangan batu kosong/batu bronjong. Syarat bahan baku mengacu pada SNI 03-6154-1999 tentang kawat bronjong.

b. Perencanaan Tanggul

Tanggul merupakan bangunan yang berada diantara aliran sungai yang bertujuan untuk menahan aliran air sungai agar tidak menuju ke wilayah permukiman ataupun lahan yang tidak memerlukan pengaliran air sungai. Tinggi tanggul akan ditentukan berdasarkan tinggi muka air rencana pada kala ulang 50 tahun dengan penambahan jagaan diperlukan. Ketentuan tinggi jagaan dan lebar tanggul tanggul seperti tercantum dalam **Tabel 1** dan **Tabel 2** dibawah ini.

Tabel 1

Persyaratan tinggi jagaan tanggul		
No	Debit Banjir Rencana (m ³ /det)	Tinggi Jagaan Tanggul (m)
1	Q < 200	0,6
2	200 < Q < 500	0,75
3	500 < Q < 2000	1,00
4	2000 < Q < 5000	1,25
5	5000 < Q < 10000	1,50
6	Q > 10000	2,00

Tabel 2

Persyaratan lebar tanggul		
No	Debit Banjir Rencana (m ³ /det)	Lebar Tanggul (m)
1	Q < 500	3,0
2	500 < Q < 2000	4,0
3	2000 < Q < 5000	5,0
4	5000 < Q < 10000	6,0
5	Q > 10000	1,50

5. Analisa Kapasitas Tampung

Kapasitas tampungan awal sungai akan ditampilkan oleh *HEC-RAS*, bila muka air mengenai daerah bantaran, berarti kapasitas tampungan tidak mencukupi atau dapat dikatakan terjadi limpasan air. Apabila kapasitas tampungan mencukupi, maka penelitian selesai.

Dalam menganalisa kapasitas awal sungai digunakan data debit rencana dengan kala ulang 50 tahun. Setelah diketahui hasil analisa kapasitas awal sungai ini tidak mampu menampung kapasitas debit rencana, maka dilakukan normalisasi dengan pemberian alternatif yang sesuai dari analisa perhitungan *HEC-RAS*.

6. Alternatif Perencanaan Normalisasi Sungai

Ada beberapa cara alternatif perencanaan normalisasi sungai yang dapat di pilih dengan berbagai faktor pertimbangannya apabila terjadi limpasan atau luapan pada sungai yaitu:

1. Dengan menambah kedalaman sungai atau kata lain pengerukan sedimentasi.
2. Dengan menambah lebar penampang sungai.
3. Dengan pemberian atau menambah ketinggian tanggul pada sungai.

7. Pengenalan Program *HEC-RAS*

Program *HEC-RAS* adalah sebuah sistem software yang di desain untuk melakukan berbagai analisis hidrolika. output dari program *HEC-RAS* ini dapat berupa grafik maupun tabel. Di antaranya adalah plot dari skema alur sungai, potongan melintang, profil, lengkung debit (*rating curve*), hidrograf (*stage and flow hydrograph*), juga variabel hidrolik lainnya. *HEC-RAS* mampu menampilkan perhitungan penampang muka air 1 dimensi untuk aliran dalam saluran alami atau buatan. *HEC-RAS* juga mampu memperhitungkan penampang muka air aliran subkritis, superkritis, dan campuran

(*mixed flow*). Sistem ini mengandung 3 komponen analisis hidrolik satu dimensi, yaitu perhitungan penampang muka air aliran tetap (*steady flow*), aliran tidak tetap (*uniform steady flow*), perhitungan transportasi sedimen. Ketiga komponen akan menggunakan tampilan data geometri dan perhitungan geometri dan hidrolika. *HEC-RAS* yang digunakan dalam menganalisa hidrolika ini adalah *HEC-RAS* versi 4.1.

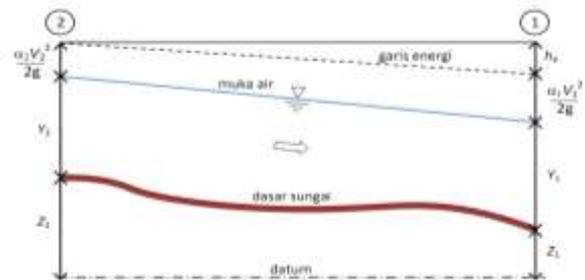
8. Perhitungan Penampang Dasar

Penampang dasar muka air diperkirakan dari suatu *cross section* ke *cross section* selanjutnya dengan menggunakan persamaan energi dengan prosedur iterasi yang disebut metode *standard step*.

Kehilangan energi tersebut dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad (4)$$

Dimana, Y_1, Y_2 : Kedalaman aliran (m); Z_1, Z_2 : Elevasi dasar saluran (m); V_1, V_2 : Kecepatan rata-rata (debit dibagi luas tampang basah) (m/det); α_1, α_2 : Koefisien kecepatan; h_e : Kehilangan energi (m); g : Percepatan gravitasi (m/det²)



Gambar 4. Digram aliran berubah beraturan

Persamaan rumus kehilangan tinggi energi:

$$h_e = L\bar{S}_f + C \left| \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \right| \quad (5)$$

Dengan, L : Panjang penggal sungai antar kedua tampang; \bar{S}_f : Kemiringan gesekan antar kedua tampang; C : Koefisien kehilangan ekspansi atau kontraksi

Jarak L dihitung dengan:

$$L = \frac{L_{lob} \bar{Q}_{lob} + L_{ch} \bar{Q}_{ch} + L_{rob} \bar{Q}_{rob}}{\bar{Q}_{lob} + \bar{Q}_{ch} + \bar{Q}_{rob}} \quad (6)$$

Dengan, L_{lob}, L_{ch}, L_{rob} : Panjang penggal sungai di sisi kiri (*left overbank*) kiri, alur utama (*main channel*) dan sisi kanan (*right overbank*); $\bar{Q}_{lob}, \bar{Q}_{ch}, \bar{Q}_{rob}$: Debit yang mengalir untuk *left overbank*, *main channel*, dan *right overbank*

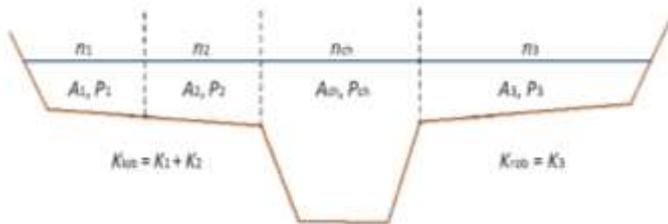
9. Kapasitas Angkut Tampang (*Conveyance*)

Penentuan *Conveyance* total dan koefisien kecepatan untuk *cross section* membutuhkan aliran yang di bagi-bagi menjadi unit-unit yang mana kecepatan didistribusikan secara seragam. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Q = K\bar{S}_f^{1/2} \quad (7)$$

$$K = \frac{1}{n} AR^{2/3} \quad (8)$$

Dengan, K: Kapasitas angkut tiap bagian tampang; n: Koefisien kekasaran manning tiap bagian tampang; A: Luas tampang basah tiap bagian tampang; R: Radius hidrolis tiap bagian tampang. *Conveyance* total untuk *cross section* dicapai dengan menjumlahkan 3 subdivisi pengaliran (kiri, tengah, kanan) dapat di lihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Pembagian tampang untuk keperluan hitungan kapasitas angkut

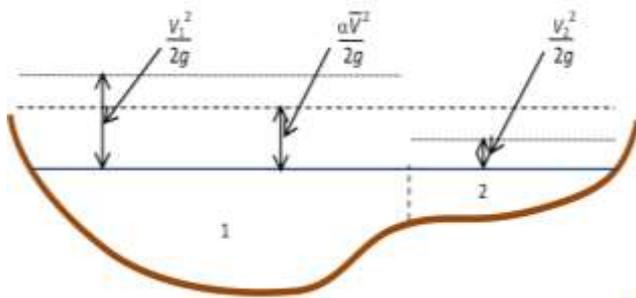
9. Nilai Manning Komposit untuk Saluran Sungai
Untuk penentuan n_c , saluran utama di bagi menjadi N bagian, masing-masing dengan keliling basah yang diketahui (P_i) dan koefisien kekasaran n_i .

$$n_c = \left[\frac{\sum_{i=1}^N (P_i n_i)}{P} \right]^{2/3} \quad (9)$$

Dengan, n_c : Koefisien komposit atau ekuvalen kekasaran; P: Keliling basah saluran utama; P_i : keliling basah subdivisi I; Koefisien kekasaran subdivisi i.

10. Tinggi Energi Kinetik Rata-rata

Pada **Gambar 6** dibawah ini menunjukkan bagaimana energi utama akan dicapai untuk sebuah *cross section* dengan sebuah saluran utama dan *overbank* kanan (tanpa daerah *overbank* kiri).



Gambar 6. Hitungan tinggi energi kinetik rata-rata

Untuk menghitung tinggi energi kinetik rata-rata, diperlukan koefisien tinggi kecepatan, α , yang dihitung dengan cara sebagai berikut.

$$\alpha \frac{\bar{v}^2}{2g} = \frac{Q_1 \frac{v_1^2}{2g} + Q_2 \frac{v_2^2}{2g}}{Q_1 + Q_2} \quad (10)$$

$$\alpha = \frac{2g \left(Q_1 \frac{v_1^2}{2g} + Q_2 \frac{v_2^2}{2g} \right)}{(Q_1 + Q_2) \bar{v}^2} \quad (11)$$

$$\alpha = \frac{Q_1 v_1^2 + Q_2 v_2^2}{(Q_1 + Q_2) \bar{v}^2} \quad (12)$$

Pada umumnya:

$$\alpha = \frac{(Q_1 v_1^2 + Q_2 v_2^2 + \dots + Q_n v_n^2)}{Q \bar{v}^2} \quad (13)$$

$$\alpha = \frac{(A_t)^2 \left[\frac{K_{lob}^3}{A_{lob}^2} + \frac{K_{ch}^3}{A_{ch}^2} + \frac{K_{rob}^3}{A_{rob}^2} \right]}{K_t^3} \quad (14)$$

11. Kedalaman kritis

Persamaan tinggi energi total *cross section*:

$$H = WS + \frac{av^2}{2g} \quad (15)$$

Dengan, H: Total tinggi energi; WS: Elevasi muka air; $\frac{av^2}{2g}$: Tinggi kecepatan

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis debit banjir rencana

Hasil perhitungan debit rencana 50 tahun dengan sebaran yang didapat dari *Gumble* adalah $Q_{50} = 877.63 \text{ m}^3/\text{dtk}$.

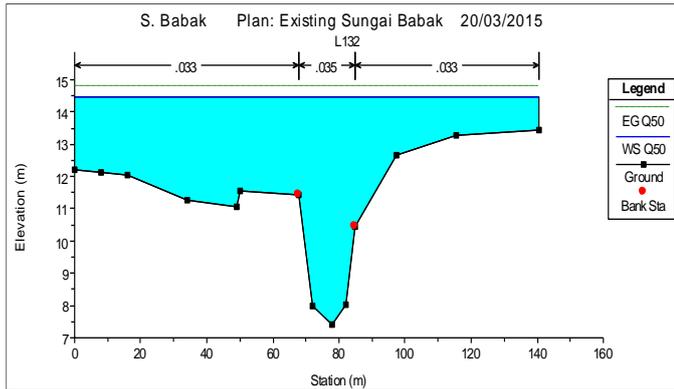
2. Analisis kapasitas tampang eksisting dengan program HEC-RAS

Dari hasil output program *HEC-RAS*, penyusun mengambil tiga bagian potongan melintang sebagai gagasan yaitu hulu (L.132), tengah (L.107), dan hilir (L78). **Gambar 7** di bawah ini adalah potongan memanjang sungai.



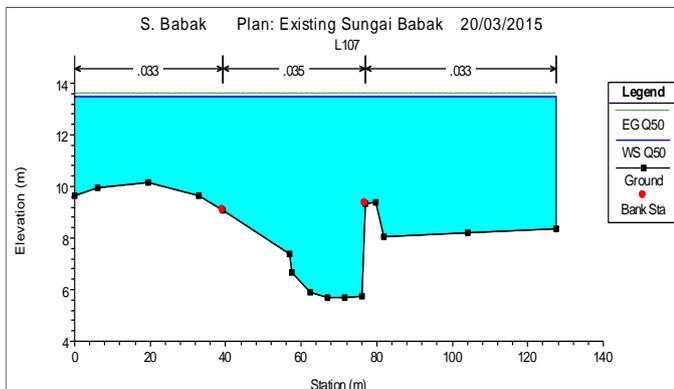
Gambar 7. Potongan memanjang sungai
a. Hasil analisis kondisi eksisting

Tampilan-tampilan hasil running *HEC-RAS* dengan Q_{50} ($877.63 \text{ m}^3/\text{det}$) pada kondisi eksisting dibagian hulu, tengah dan hilir sungai dapat dilihat pada **Gambar 8** samapi dengan **Gambar 11** dibawah ini.



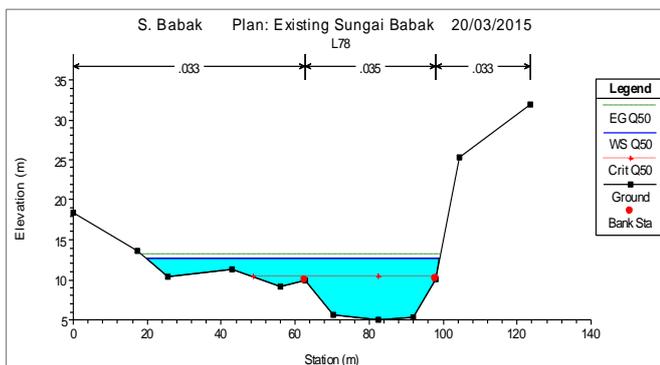
Gambar 8. Eksisting pada penampang hulu sungai Q50 (L.132)

Gambar 8 menunjukkan bahwa air sungai melimpah atau meluap, dan menandakan bahwa pada *cross section* tersebut sungai tidak dapat menampung air.



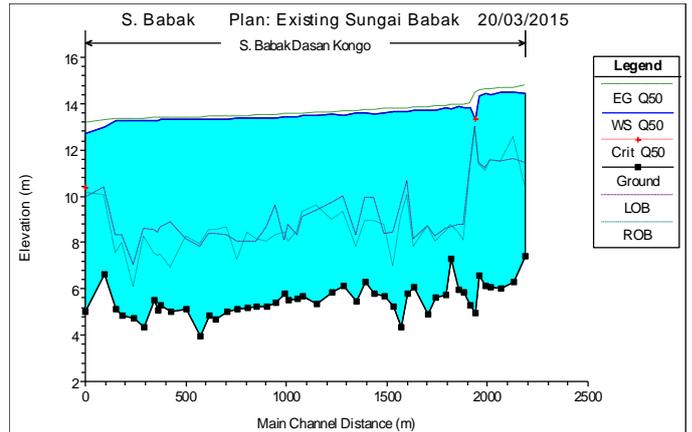
Gambar 9. Eksisting pada penampang tengah sungai Q50 (L.107)

Gambar 9 menunjukkan bahwa air sungai melimpah atau meluap, dan menandakan bahwa pada *cross section* tersebut dapat menyebabkan banjir yang lebih besar bila dibandingkan dengan penampang hulu sungai.



Gambar 10. Eksisting pada penampang hilir sungai Q50 (L.78)

Gambar 10 menunjukkan bahwa air sungai melimpah atau meluap, dan berpotensi menyebabkan banjir sedang.



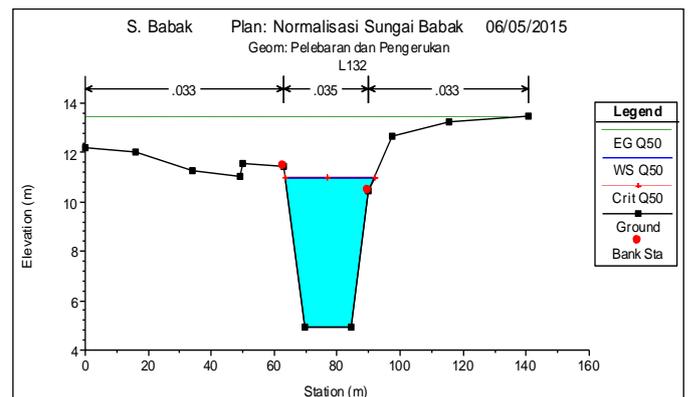
Gambar 11. Eksisting pada profil memanjang sungai dengan Q50

3. Upaya Normalisasi Sungai Babak

a. Perencanaan Pelebaran Dan Pengerukan Penampang Sungai

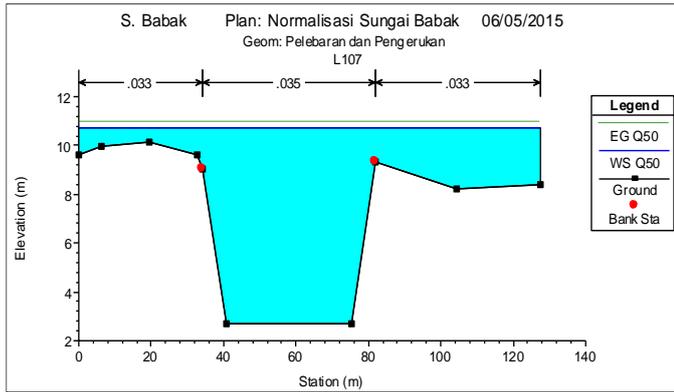
Dalam perencanaan pelebaran serta pengerukan penampang sungai babak dilakukan dengan memperlebar bantaran dan dasar sungai. Upaya yang dilakukan pelebaran bantaran kiri dan kanan sungai babak ini diambil nilai keseluruhan 5 m. Sebelumnya ditentukan dulu kemiringan penampang sungai dengan menggunakan 1:1 agar aliran menjadi lebih lancar. Dasar penentuan lebar dan pengerukan sungai adalah dengan mengambil rata-rata lebar dan kedalaman sungai babak. Semakin landai kemiringan penampang sungai maka semakin besar kapasitas tampungan sungai tersebut.

Hasil running HEC-RAS dengan Q50 setelah dilakukan pelebaran dan pengerukan penampang dapat dilihat pada **Gambar 12** sampai dengan **Gambar 15** dibawah ini.



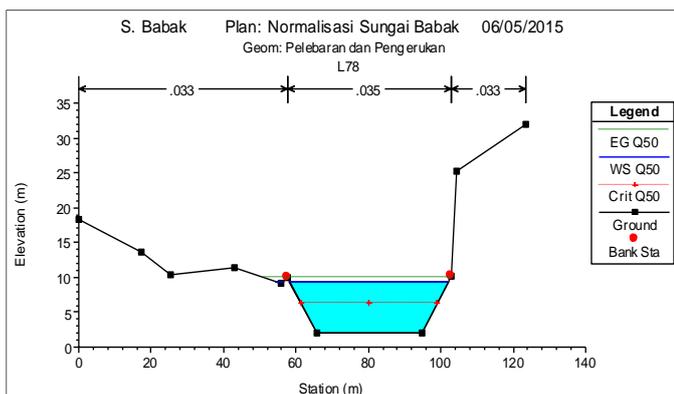
Gambar 12. Hasil running setelah dilakukan pelebaran dan pengerukan pada penampang hulu sungai dengan Q50

Gambar 12 menunjukkan bahwa normalisasi pelebaran dan pengerukan penampang tengah sungai dengan Q50 ($877.63 \text{ m}^3/\text{dtk}$) air sungai masih melimpah atau meluap, dan menandakan bahwa pada *cross section* tersebut masih menyebabkan banjir.



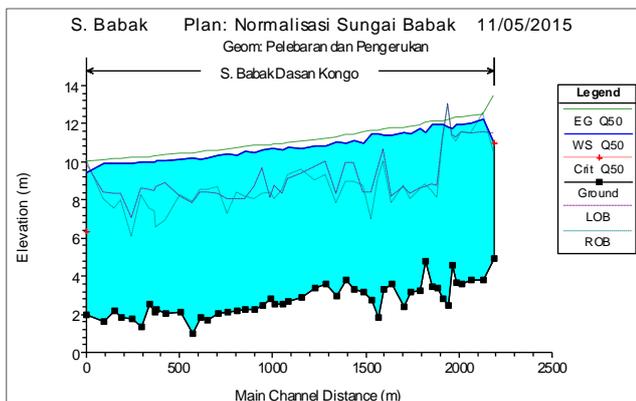
Gambar 13. Hasil running setelah dilakukan pelebaran dan pengerukan pada penampang tengah sungai dengan Q50

Gambar 13. menunjukkan bahwa normalisasi pelebaran dan pengerukan penampang tengah sungai dengan Q50 ($877.63 \text{ m}^3/\text{dtk}$) yang dihasilkan dari input data pada *HEC-RAS 4.1* air sungai masih melimpah atau meluap, dan menandakan bahwa pada *cross section* tersebut masih menyebabkan banjir.



Gambar 14. Hasil running setelah dilakukan pelebaran dan pengerukan pada penampang hilir sungai dengan Q50

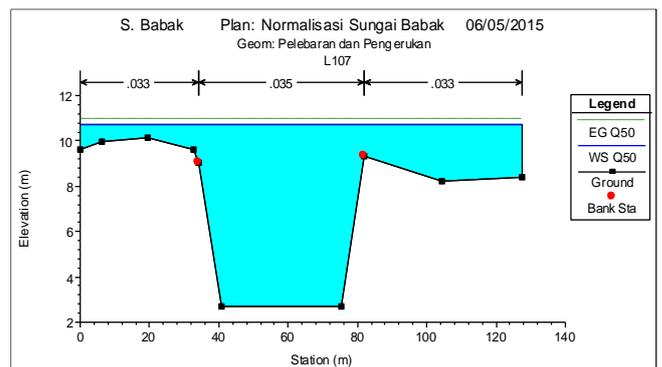
Gambar 14. menunjukkan bahwa normalisasi pelebaran dan pengerukan penampang tengah sungai dengan Q50 ($877.63 \text{ m}^3/\text{dtk}$) yang dihasilkan dari input data pada *HEC-RAS 4.1* air sungai tidak melimpah atau meluap, dan menandakan bahwa pada *cross section* tersebut tidak berpotensi banjir.



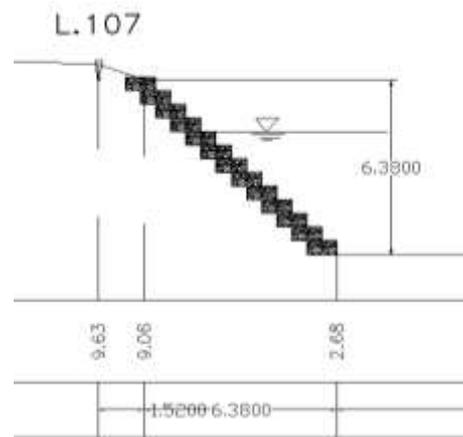
Gambar 15. Pelebaran dan pengerukan pada profil memanjang sungai dengan Q50

b. Perbaikan tebing sungai

Hasil analisa kecepatan dapat dilihat dari hasil pemodelan *HEC-RAS 4.1* dimana kecepatan aliran tiap-tiap *section* sudah diketahui dengan rata-rata yaitu 2.66 m/det yang ukuran butiran 100 mm dengan bahan batu pecah bisa dikatakan aman terhadap gerusan aliran sungai. Jadi penyusun menggunakan kotak kawat batu bronjong dengan ukuran dimensi panjang 4 m , lebar 1 m , tinggi 0.5 m dari spesifikasi bronjong kawat SNI 03-0090-1999. Berikut ini adalah penempatan batu bronjong sungai pada *cross section* L.107 yang dapat dilihat pada **Gambar 16** dan **Gambar 17** dibawah ini.



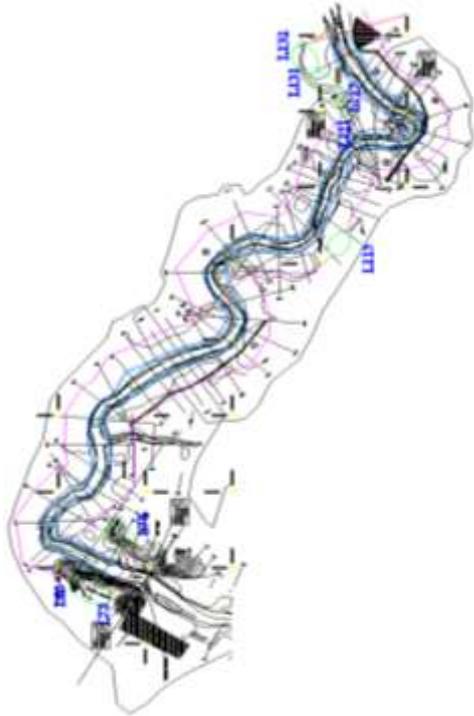
Gambar 16. Penampang melintang sungai (L.107)



Gambar 17. Penempatan batu bronjong setengah penampang (L.107)

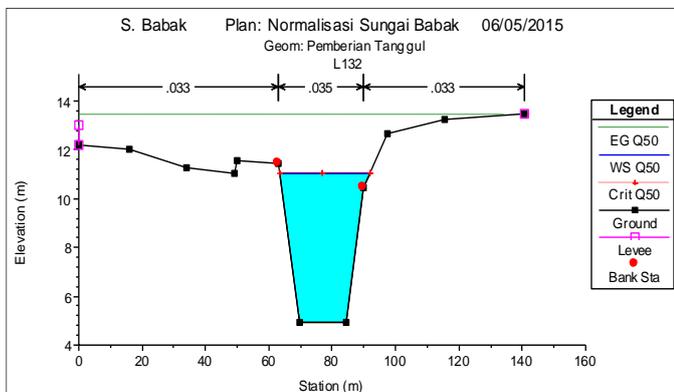
c. Perencanaan Pemberian Tanggul

Data-data yang digunakan untuk perencanaan tanggul adalah data-data dari hasil evaluasi kapasitas penampang sungai babak. Dari hasil evaluasi eksisting kapasitas penampang dapat dilihat bagian-bagian sungai yang mengalami banjir. Bila banjir terjadi pada bagian yang sudah ditanggul, maka langkah yang dilakukan adalah meninggikan tanggul yang sudah ada. Lokasi-lokasi yang akan diberikan tanggul dapat dilihat pada **Gambar 18** dibawah ini.



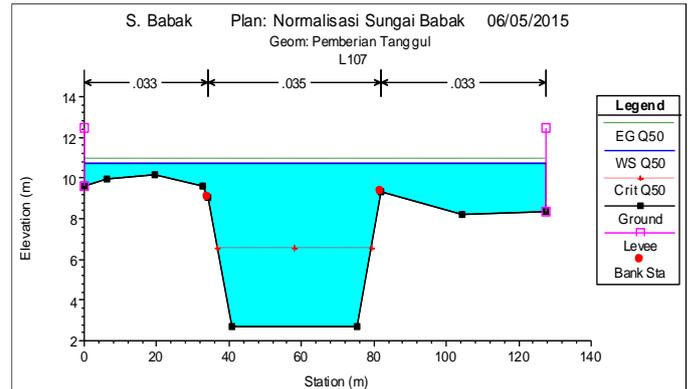
Gambar 18. Lokasi yang akan diberikan tanggul

Tampilan-tampilan gambar dengan Q50 hasil output penampang sungai yang diberikan tanggul dapat dilihat pada **Gambar 19** sampai dengan **Gambar 22** dibawah ini.



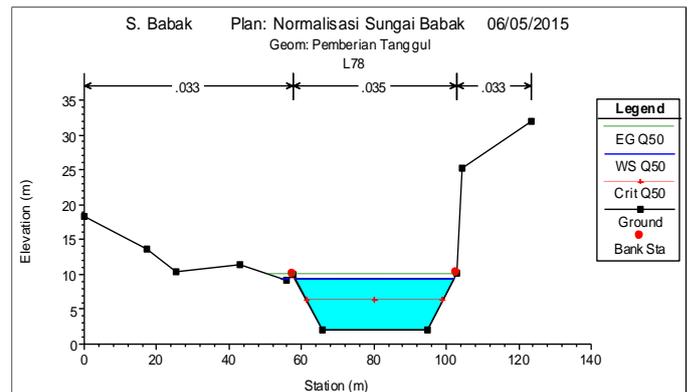
Gambar 19. Pemberian tanggul pada penampang hulu sungai dengan Q50

Pada **Gambar 19** normalisasi pemberian tanggul penampang hulu sungai dengan Q50 (877.63 m³/dtk) yang dihasilkan dari input data pada *HEC-RAS* 4.1 diatas dapat dilihat bahwa air sungai sudah tidak melimpah atau meluap, dan saluran pada *cross section* tersebut dinyatakan sudah tidak menyebabkan banjir lagi.



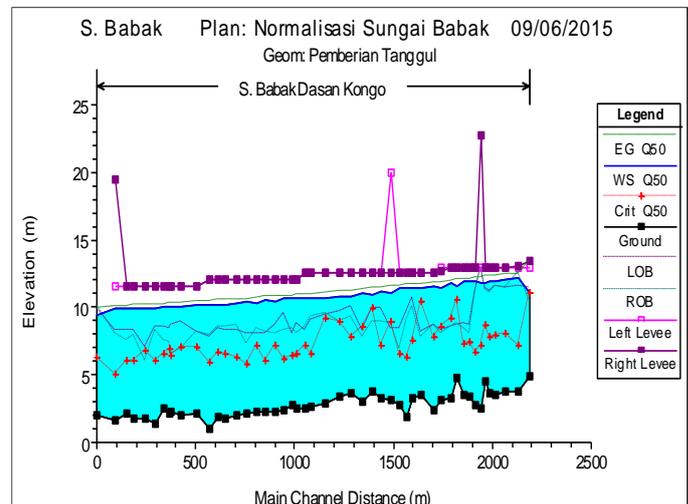
Gambar 20. Pemberian tanggul pada penampang tengah sungai dengan Q50

Pada **Gambar 20** normalisasi pemberian tanggul penampang tengah sungai dengan Q50 (877.63 m³/dtk) yang dihasilkan dari input data pada *HEC-RAS* 4.1 diatas dapat dilihat bahwa air sungai tidak melimpah atau meluap, dan menandakan bahwa pada penampang tersebut sudah tidak menyebabkan banjir.



Gambar 21. Pemberian tanggul pada penampang hilir sungai dengan Q50

Pada **Gambar 21** normalisasi pemberian tanggul penampang hilir sungai dengan Q50 (877.63 m³/dtk) yang dihasilkan dari input data pada *HEC-RAS* 4.1 diatas dapat dilihat bahwa air tidak melimpah atau meluap, dan tidak berpotensi menyebabkan banjir serta tidak diberikan tanggul karna disebelah kanan kiri ada bukit.



Gambar 22. Pemberian tanggul pada profil memanjang sungai dengan Q50

[5] Sosrodarsosno, S, 1985. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita

C. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

- a. Dari kapasitas penampang awal sungai babak dalam perhitungan yang di dapat, bahwa kondisi awal sungai babak tidak mampu menampung debit rencana $877.63 \text{ m}^3/\text{det}$ yang lebih besar dari data debit banjir pada tahun 2009. sehingga banyak air yang meluap dari setiap station penampang sungai;
- b. Alternatif normalisasi yang digunakan dalamantisipasi banjir adalah:
 - 1) Pelebaran dan pengerukan pada penampang sungai. Dari air yang meluap setiap station penampang sungai, maka dilakukan upaya normalisasi pertama dengan mengubah lebar penampang kiri kanan sungai yaitu 5 m, dan pengerukan dasar sungai sedalam 2 m sampai 3 m.
 - 2) Pemberian tanggul. Upaya selanjutnya dilakukan pemberian tanggul. Upaya selanjutnya dilakukan pemberian tanggul di sebelah kiri dan kanan dengan tinggi yang bervariasi dari 1 m sampai 5 m (sudah termasuk tinggi jagaan 1 m). Dalam normalisasi yang tidak diberikan tanggul yaitu di daerah penampang bagian kanan station L.132, L.131, L.127, L.121, L.80, L.78 dan penampang bagian kiri yaitu station L.115, L.78.
- c. Setelah dilakukan upaya normalisasi antisipasi banjir seperti pelebaran, pengerukan, dan pembuatan tanggul, maka kapasitas tampungan sungai babak mampu menampung debit rencana $877.63 \text{ m}^3/\text{det}$ sampai dengan kala ulang 50 tahun.

2. Saran

- a. Dari normalisasi pelebaran dan pengerukan tanah pada penampang sungai dapat digunakan sebagai tanggul tetapi dengan syarat harus terlebih dahulu di teliti kondisi tanah sekitar sungai.
- b. Memperhitungkan sedimentasi dan pendangkalan sungai serta penyelidikan tanah di sekitar sungai.

D. DAFTAR RUJUKAN

- [1] Brunner, G.W., 2010. *HEC-RAS 4.1, River Analysis System Hydraulics Reference Manual*. US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineers Center
- [2] Istiarto, 2015. *Bahan Kuliah Hidrolika Terapan*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- [3] Maryono, A. 2005. *Menangani Banjir, Kekeringan, dan Lingkungan*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- [4] Soewarno, 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid 1, Nova, Bandung*.