

PERENCANAAN NORMALISASI SUNGAI BLUKAR KABUPATEN KENDAL

Erick Chendratama, I Putu Dian Arie W,
Sriyana^{*}, Sumbogo Pranoto

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl.Prof.Soedarto,SH., Tembalang, Semarang, 50239,
Telp.: (024) 7474770, Fax.: (024) 7460060

Abstrak

Perubahan tata guna lahan pada Daerah Aliran Sungai Blukar berdampak pada besarnya aliran permukaan yang langsung mengalir menuju sungai. Akibatnya terjadi erosi di daerah hulu, sementara sedimentasi terjadi pada daerah hilir sungai. Sedimentasi membuat kapasitas penampang sungai berkurang sehingga genangan air akibat banjir tidak dapat dihindarkan.

Tujuan tulisan ini adalah untuk mengurangi genangan air akibat banjir Sungai Blukar dengan cara menyediakan desain berupa normalisasi sungai dan konservasi.

Metode yang digunakan adalah analisa curah hujan maksimum rata-rata dengan Metode Polygon Thiessen, analisa intensitas curah hujan dengan Rumus Mononobe, analisa debit banjir dengan Metode Rasional, FSR Jawa-Sumatra, Haspers, Weduwen, HSS Gama I, HEC-HMS (program komputer) dan Passing Capacity, analisa penampang saluran dengan bantuan program komputer HEC-RAS, analisa stabilitas dasar dan lereng dengan Rumus Shield dan Fellenius.

Hasil kajian menunjukkan bahwa dari berbagai metode analisa debit banjir yang dilakukan, dipilih debit banjir rencana dengan Metode FSR Jawa-Sumatra dengan periode ulang 25 tahun sebesar 210,6705 m³/det, perbaikan penampang dilakukan mulai dari STA 0+000 - STA 22+500 yakni sepanjang 22,5 km dengan dimensi penampang dilakukan dengan bantuan HEC-RAS dimana lebar dasar saluran sebesar 35 m, kemiringan lereng tanggul 1 : 1,5, tinggi muka air bervariasi, dan tinggi jagaan sebesar 0,8 m. Dari hasil analisa HEC-RAS didapatkan bahwa dengan dimensi tersebut di atas rata-rata dapat mengurangi genangan banjir setinggi 1,71 m. Sementara untuk pekerjaan galian, volume total galian saluran adalah 2471904,5 m³ dengan rincian 378615 m³ digunakan selanjutnya sebagai material timbunan tanggul dan 2093289,5 m³ dibuang ke disposal area. Selanjutnya agar diperoleh hasil kinerja penanganan banjir DAS Blukar tersebut optimal, perlu tindak lanjut dengan melibatkan berbagai pihak terkait.

Kata kunci : erosi, sedimentasi, banjir, normalisasi, konservasi

Abstract

Changes in land use in the Blukar watershed impact on the amount of surface runoff that flows directly into the river. The result is erosion in the upstream areas, while sedimentation occurs in downstream areas. Sedimentation make river capacity is reduced so that the puddle caused by flooding can not be avoided.

The purpose of this paper is to reduce the puddle caused by flooding of Blukar river by providing designs of river normalization and conservation.

The method used are the analysis of the average maximum rainfall using Polygon Thiessen method, analysis of rainfall intensity using Mononobe formula, flood discharge analysis with Rational method, FSR Java-Sumatra, Haspers, Weduwen, HSS Gama I, HEC-HMS (computer program) and Passing Capacity, channel cross-sectional analysis with the aid of a computer program HEC-RAS, foundation and slope stability analysis using Shield and Fellenius formula.

The study results showed that of the various method of flood discharge analysis conducted, flood discharge plan selected by FSR Java-Sumatra method with return period of 25 years at $210.6705 \text{ m}^3/\text{sec}$, sectional repairs done from STA 0+000 - STA 22+500 with 22.5 km long with the help of HEC-RAS which channel base width of 35 m, the embankment slope 1:1.5, the water level varies, and surveillance by 0.8 m high. From the analysis of HEC-RAS was found that the dimensions above approximate can reduce the floodwaters as high as 1.71 m. Meanwhile for excavation, the total volume of channel excavation is $2,471,904.5 \text{ m}^3$ with details of $378,615 \text{ m}^3$ used as material embankment and $2,093,289.5 \text{ m}^3$ discharged to disposal area. Furthermore, in order to obtain optimal performance results of Blukar watershed flood management, need to follow up by involving various stakeholders.

Keywords: *erosion, sedimentation, flooding, normalization, conservation*

PENDAHULUAN

Seiring berjalannya waktu, pemanfaatan lahan di Daerah Aliran Sungai Blukar semakin tidak terkendali. Pola tanam yang sudah berubah, dimana lahan pertanian di sekitar bantaran sungai yang dulunya ditanami tanaman besar dengan akar kuat, yang berfungsi juga untuk menyerap dan menahan aliran air hujan, kini telah diubah menjadi tanaman musiman seperti tembakau dan jagung. Tanaman musiman ini mempunyai akar yang lemah. Sehingga di saat hujan mengguyur wilayah tersebut, aliran air hujan tidak mampu terserap dan tertahan oleh akar tanaman. Hal ini mengakibatkan terjadinya akumulasi air hujan, yang kemudian menjadi aliran permukaan yang cukup besar.

Hal ini diperparah dengan kondisi tanah di DAS Blukar yang didominasi oleh tanah lempung dan berpasir, sehingga semakin besarnya aliran permukaan, maka semakin tinggi pula tingkat erosi di lokasi tersebut. Gerusan material tanah tersebut terakumulasi dan terangkut pula oleh aliran air, yang juga mengalir pada penampang sungai. Akibatnya, terjadi pengendapan material tanah di penampang sungai. Tingkat sedimentasi di Sungai Blukar semakin memprihatinkan dan membuat kapasitas tampungan penampang sungai semakin mengecil. Normalisasi sungai dan konservasi lahan di daerah tangkapan air merupakan salah satu solusi mengatasi permasalahan banjir yang terjadi di sepanjang aliran Sungai Blukar.

Tujuan tulisan ini adalah untuk mengurangi genangan air akibat banjir Sungai Blukar dengan cara menyediakan desain berupa normalisasi sungai dan konservasi.

PENDEKATAN METODE

Normalisasi sungai adalah kegiatan yang bertujuan untuk melewati debit banjir rencana (Q_{desain}) secara aman dengan jalan mengecek kapasitas sungai dan melakukan pelurusan alur sungai yang disertai dengan perkuatan tebing dan stabilisasi dasar sungai, sehingga tidak terjadi limpasan/luapan. Debit banjir rencana merupakan debit rencana di sungai atau di saluran alamiah dengan periode ulang tertentu yang dapat dialirkan tanpa membahayakan lingkungan sekitar dan diperoleh dari analisis data hidrologi.

Penanganan banjir dengan cara normalisasi dilakukan pada penampang sungai yang kapasitasnya sudah tidak memenuhi terhadap debit banjir yang melewati. Normalisasi yang akan dilakukan tergantung dari bentuk penampangnya. Perhitungan penampang disesuaikan dengan debit banjir rencana atau Q_{desain} yang kemudian dapat ditemukan dimensi penampang desain yang mampu menampung debit banjir rencana. Dimensi saluran yang akan ditentukan adalah lebar, tinggi penampang basah, kemiringan, dan tinggi jagaan.

Untuk analisis curah hujan yang terjadi diperhitungkan dengan analisis distribusi frekuensi, dengan metode Distribusi Normal, Log Normal, Gumbel dan Log Pearson III serta disesuaikan dengan syarat masing-masing distribusi yang disajikan pada tabel berikut :

Tabel 1. Syarat Distribusi Frekuensi

Distribusi	Syarat
Normal	$C_s \approx 0$; $C_k \approx 3$
Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$; $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
Gumbel	$C_v = 1.1396$; $C_k = 5.4002$
Log Pearson III	$C_s = \text{selain sebelumnya}$; $C_k = \text{selain sebelumnya}$

Sumber : (Triadmodjo, 2008)

Untuk analisis intensitas hujan digunakan Formula Mononobe,

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

Keterangan :
 I = Intensitas hujan (mm/jam)
 t = Lama curah hujan (jam)
 R_{24} = Curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm)

Sedangkan untuk analisis debit banjir rencana (Q_{desain}) adalah dengan membandingkan nilai tiap-tiap periode ulang dari beberapa metode perhitungan debit banjir (Hidrograf Satuan, Haspers, Rasional, Weduwen, Melchior, FSR Jawa-Sumatera) dan analisis program komputer (Model Matematika) dengan bantuan HEC-HMS, dengan perhitungan *Passing Capacity* dari penampang melintang sungai eksisting saat terjadi banjir dengan diketahuinya tinggi muka air banjir (informasi warga sekitar dan hasil pengukuran instansi terkait).

Kemudian dengan bantuan program komputer HEC-RAS, dibuatlah pemodelan hidroliknya. Dalam HEC-RAS penampang sungai atau saluran ditentukan terlebih dahulu, kemudian luas penampang akan dihitung. Untuk mendukung fungsi saluran sebagai penghantar aliran maka penampang saluran dibagi atas beberapa bagian. Pendekatan yang dilakukan HEC-RAS adalah membagi area penampang berdasarkan dari nilai n (koefisien kekasaran *manning*) sebagai dasar bagi pembagian penampang. setiap aliran yang terjadi pada bagian dihitung dengan menggunakan persamaan *Manning*. Langkah berikutnya dalam perhitungan HEC-RAS adalah dengan mengasumsikan nilai muka air (*water surface*) pada penampang awal saluran. Kemudian dengan menggunakan persamaan energi maka profil muka air untuk semua penampang di saluran dapat di ketahui.

Untuk menghitung stabilitas dasar dan lereng sungai terhadap gerusan pada penampang yang berbentuk trapesium yaitu gaya geser pada sungai (τ) harus lebih kecil dari geseran kritis ($\tau \cdot Cr$) digunakan analisis sebagai berikut :

$$\tau = \rho \cdot g \cdot H \cdot I \quad (II)$$

Keterangan :
 τ = Gaya geseran (N/m^2)
 ρ = Massa jenis
 g = Gaya gravitasi (m/det^2)
 H = Tinggi air (m)
 I = Kemiringan memanjang sungai

$$\tau \cdot Cr = \psi \cdot G (\rho_s - \rho_w) D + C \quad (III)$$

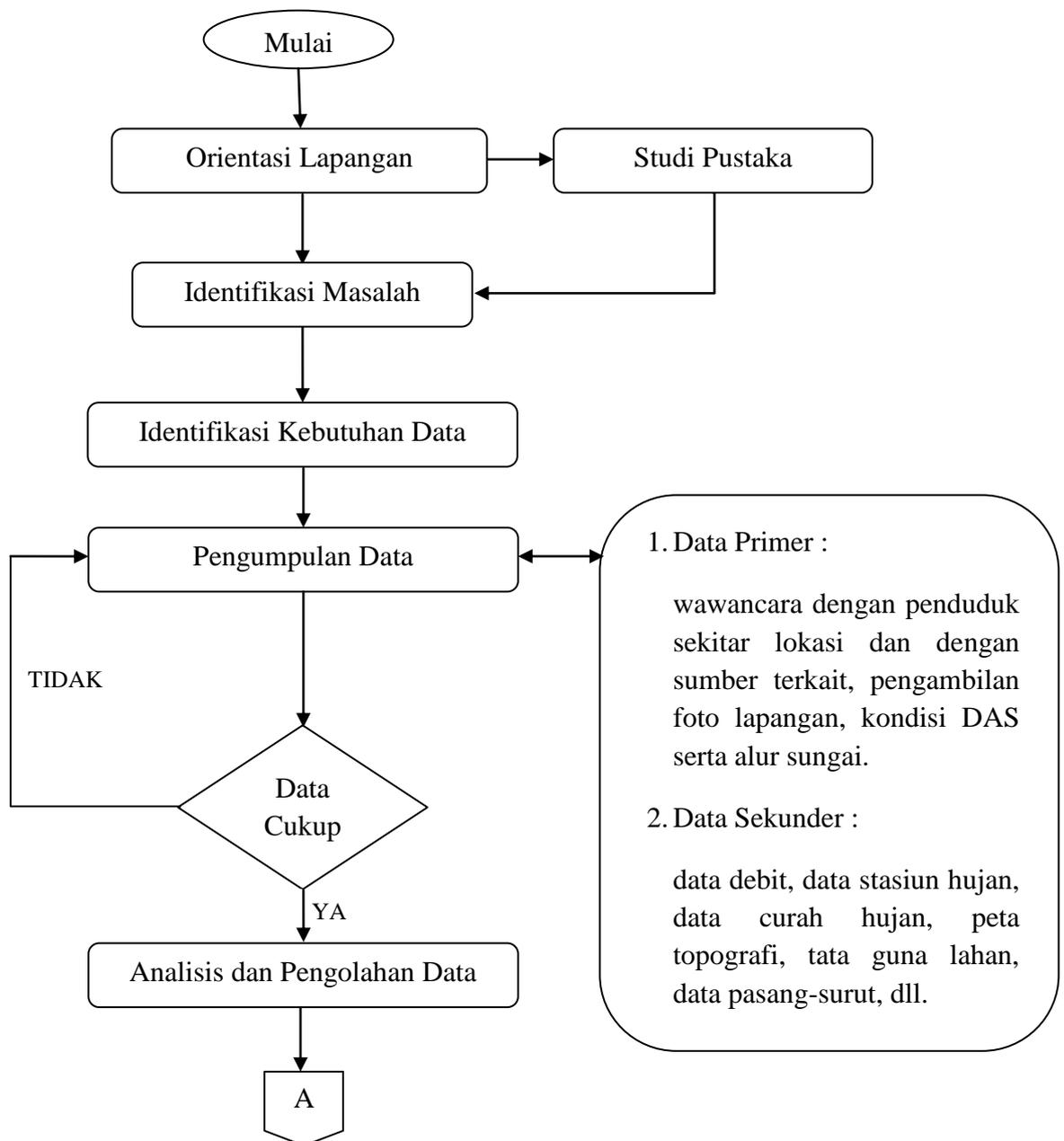
Keterangan :
 $\tau \cdot Cr$ = Geseran kritis (N/m^2)
 ψ = Parameter intensitas aliran

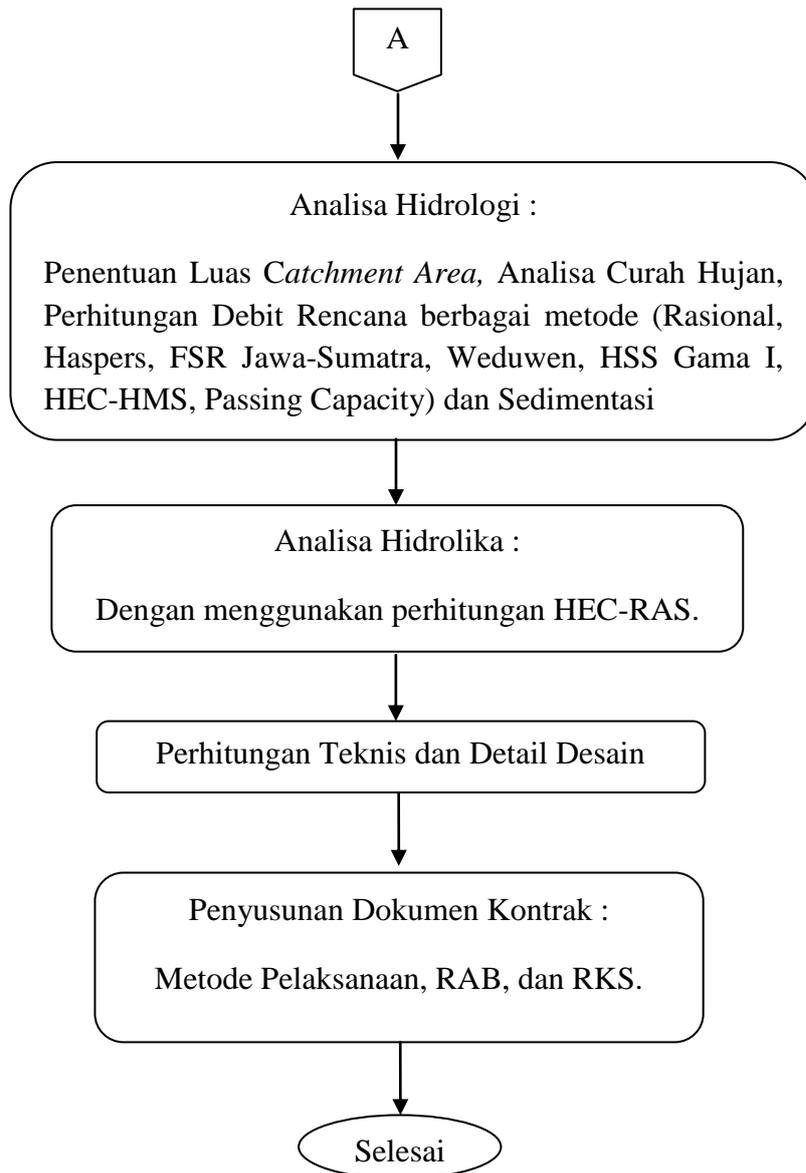
- ρ_s = Rapat massa butiran (kg/m^3)
- D = Diameter butiran (mm)
- C = Kohesi tanah dasar sungai

Sementara untuk stabilitas lereng dan tanggul terhadap longsor digunakan Metode Fellenius dengan faktor keamanan (FK) > 1,2.

Adapun konservasi lahan dilakukan untuk menyediakan penutup tanah dengan tanaman agar tanah terlindung dari pukulan hujan langsung, memperbaiki dan menjaga kondisi tanah agar tanah tahan terhadap penghancuran dan pengangkutan, serta meningkatkan kapasitas infiltrasi, dan mengatur aliran permukaan sedemikian rupa sehingga mengalir dengan energi yang tidak merusak.

Metodologi pelaksanaan dalam Tugas Akhir ini meliputi :





HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Hidrologi dilakukan dengan maksud untuk mengetahui hujan rata-rata yang mewakili pada daerah tangkapan (*catchment area*), hujan rencana dan debit banjir rencana dengan cara menganalisis data-data hujan harian maksimum yang didapat dari beberapa stasiun penangkar hujan di sekitar wilayah tersebut.

Stasiun pos hujan yang digunakan dalam pekerjaan normalisasi Sungai Blukar untuk daerah ini, adalah :

- Stasiun Pos Hujan No. 11a Kebumen
- Stasiun Pos Hujan No. 18 Patean Curug
- Stasiun Pos Hujan No. 29c Klepu
- Stasiun Pos Hujan No. 31 Bd. Sojomerto

Langkah analisis hidrologi yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Data curah hujan kemudian dihitung dengan Metode Polygon Thiesen lalu didapatkan curah hujan harian maksimum dan disajikan pada tabel berikut :

Tabel 2. Curah Hujan Maksimum dengan Metode Polygon Thiessen

No.	Tahun	Rh max. (Xi)	No.	Tahun	Rh max. (Xi)
1	2002	74,96	6	2007	76,96
2	2003	111,56	7	2008	78,21
3	2004	71,09	8	2009	46,77
4	2005	194,85	9	2010	109,69
5	2006	85,52	10	2011	50,35

(Sumber : Perhitungan)

2. Penentuan jenis sebaran/distribusi disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 3. Syarat Penggunaan Jenis Sebaran (Bambang Triatmojo, 2006)

No.	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan	Kriteria
1	Normal	$Cs \approx 0$ $Ck \approx 3$	$Cs = 1,843$ $Ck = 3,933$ $Cv = 0,471$	Tidak Mendekati
2	Gumbel	$Cs \approx 1,396$ $Ck \approx 5,4002$		Mendekati
3	Log Normal	$Cs \approx 3Cv + Cv^2 = 0,28733$ $Ck \approx Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3 = 3,1392$	$Cs = 0,709$ $Ck = 2,522$ $Cv = 0,0929$	Paling mendekati
4	Log Pearson III	$Cs \neq 0$ $Ck \approx 1,5Cs^2 + 3 = 4,0635$		Mendekati

(Sumber : Perhitungan)

3. Perhitungan kedalaman hujan (R) berdasarkan distribusi terpilih (Log Normal) disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 4. Perhitungan Kedalaman Hujan (R) berdasarkan Distribusi Log Normal

T (tahun)	R (mm)	T (tahun)	R (mm)
2	82,939	25	170,153
5	101,008	50	192,443
10	140,288	100	215,897

(Sumber : Perhitungan)

4. Analisa debit banjir rencana dengan menggunakan 7 metode berbeda di atas, yaitu Metode Rasional, Metode FSR Jawa-Sumatra, Metode Haspers, Metode Weduwen, Metode HSS Gama I, HEC-HMS dan Passing Capacity, maka diperoleh debit banjir rencana Sungai Blukar yang disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 5. Rekapitulasi Perhitungan Debit Banjir Rencana

Periode Ulang (T)	Debit Banjir Rencana (Q) yang diperoleh (m ³ /dt)						Passing Capacity
	Rasional	Haspers	FSR Jawa-Sumatra	Weduwen	HSS Gama I	HEC-HMS	
2	197,6105	99,3983	19,3379	49,2677	37,6496	19,2	212,115
5	240,6617	121,0531	40,0777	63,3337	45,5676	29,1	
10	334,2502	168,1283	109,0518	97,2183	61,6378	54,6	
25	405,4066	203,9200	210,6705	125,7611	73,8561	76,6	
50	458,5147	230,6335	386,1019	148,5036	82,9754	94,0	
100	514,3962	258,7420	557,5975	173,6688	92,5709	113,2	

(Sumber : Perhitungan)

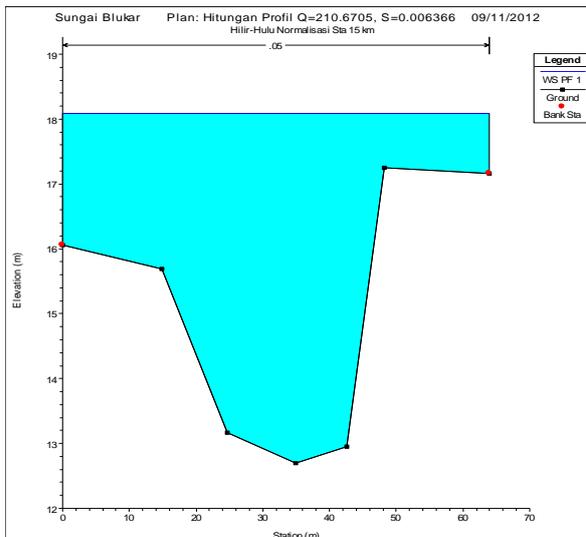
ANALISA HIDROLIKA DENGAN PEMODELAN HEC-RAS

Analisis hidrolika diperlukan untuk mengetahui kapasitas alur sungai dan saluran pada kondisi sekarang terhadap banjir rencana, yang selanjutnya digunakan untuk mendesain alur sungai. Dalam melakukan analisa penampang ini, digunakan metode perhitungan dengan menggunakan program HEC-RAS. Kemudian akan didapat penampang mana saja yang tidak mampu menampung debit rencana dan kemudian dapat dilakukan perbaikan pada penampang tersebut.

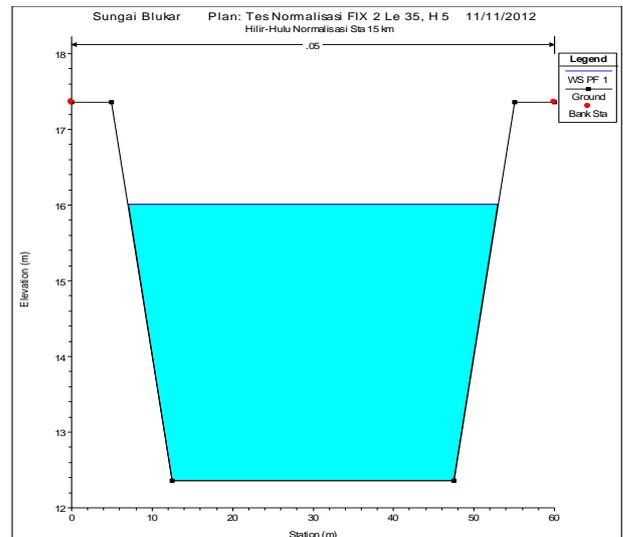
Normalisasi dilakukan dengan cara memperbesar dimensi penampang melintang sungai pada bagian sungai yang terjadi limpasan yang besarnya penampang sungai dibuat sedemikian rupa sehingga tidak terjadi limpasan. Perencanaan penampang dilakukan dengan bantuan program HEC-RAS yaitu dengan cara coba-coba (*trial and error*) memperbesar dimensi saluran utama (*main channel*). Normalisasi yang dilakukan pada Sungai Blukar agar dapat mengalirkan debit adalah dengan melakukan pengerukan dan peninggian tanggul. Selain itu penampang sungai yang tidak beraturan dibuat bentuk trapesium.

Dari hasil Analisa Hidrolika dengan menggunakan pemodelan HEC-RAS, didapatkan perbandingan penampang sebelum dan sesudah direncanakan normalisasi, yang disajikan dalam gambar sebagai berikut :

Gambar 1. STA 7+500 Sebelum Normalisasi



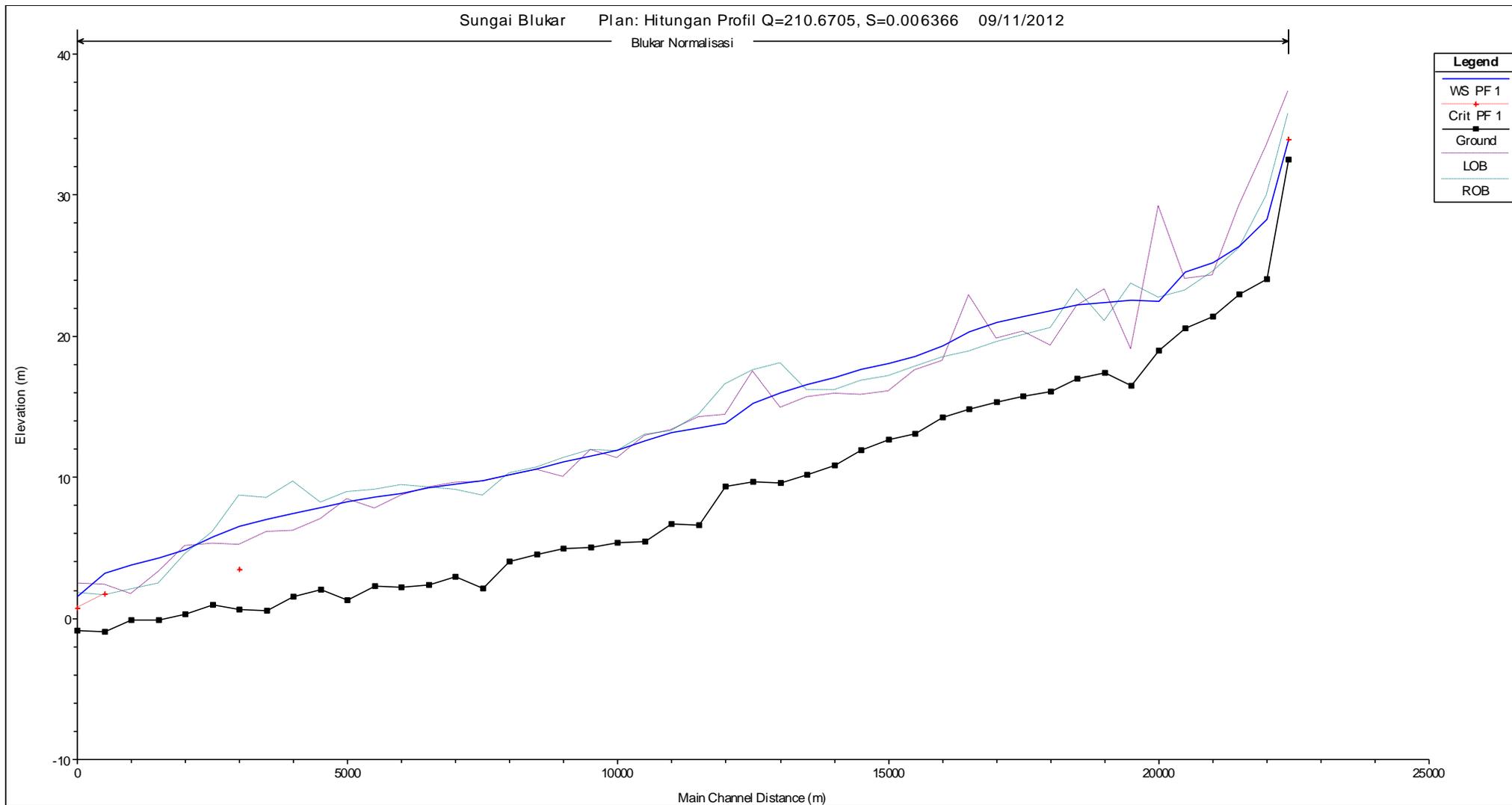
Gambar 2. STA 7+500 Setelah Normalisasi



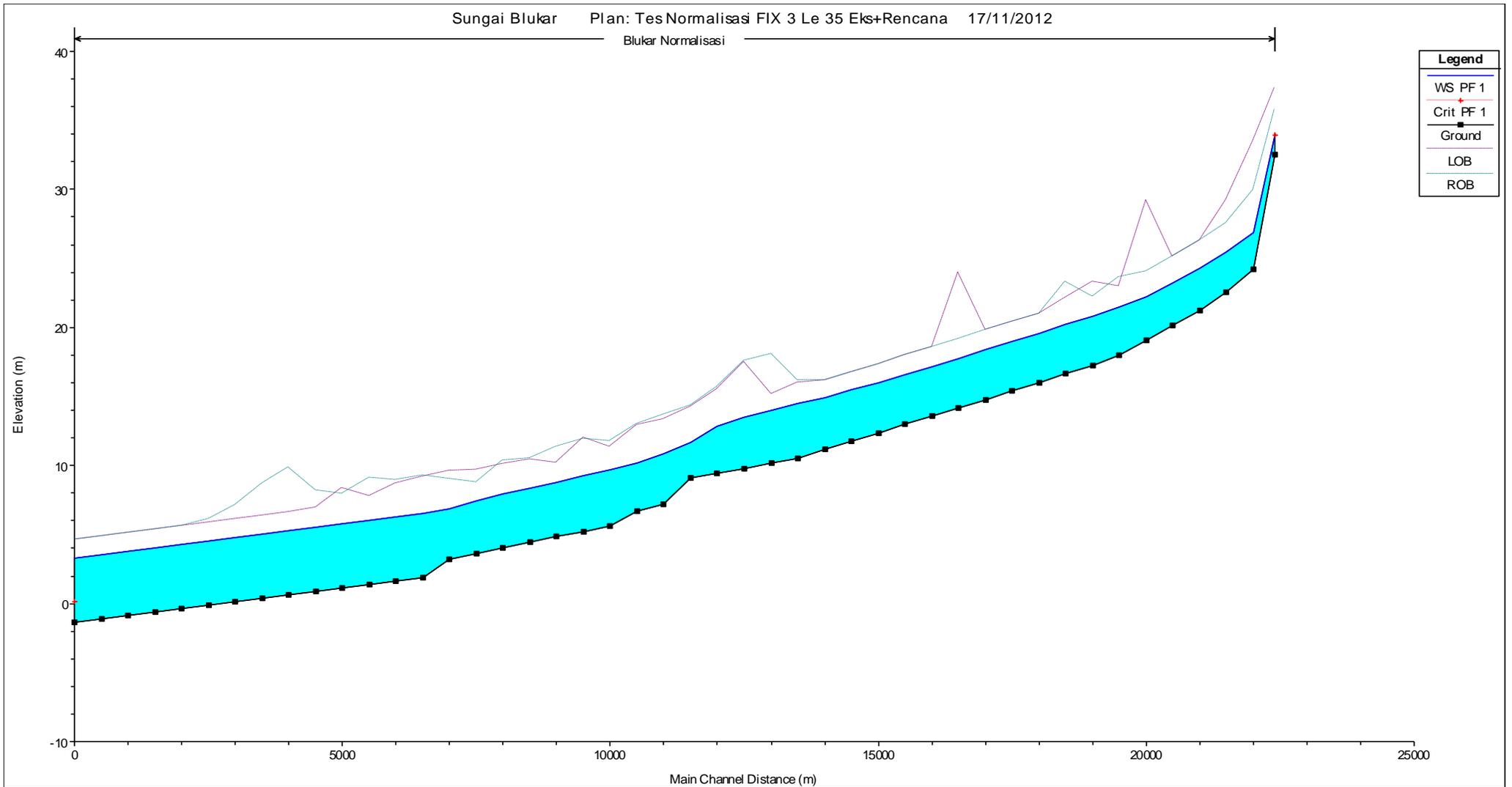
Dari kedua gambar di atas, terlihat bahwa dengan dilakukannya normalisasi sungai berupa perbaikan penampang, penampang sungai yang baru mampu mengalirkan air sesuai dengan debit banjir rencana sebesar 210, 6705 m³/dt dan persyaratan tinggi jagaan juga terpenuhi, sehingga tidak terjadi luapan air di tanggul kanan maupun kiri dari penampang sungai. Perbaikan penampang dilakukan mulai dari STA 0+000 - STA 22+500 yakni sepanjang 22,5 km dengan dimensi penampang dilakukan dengan bantuan HEC-RAS dimana lebar dasar saluran sebesar 35 m, kemiringan lereng tanggul 1 : 1,5, tinggi muka air bervariasi, dan tinggi jagaan sebesar 0,8 m. Dari hasil analisa HEC-RAS juga didapat bahwa dengan dimensi tersebut di atas rata-rata dapat mengurangi genangan banjir setinggi 1,71 m.

Tabel 6. Perbandingan Penampang Melintang Sebelum dan Setelah Normalisasi

STA	Sebelum Normalisasi	Setelah Normalisasi
<p>Hulu 1+500</p>		
	<p>Elevasi Banjir = +25.19 Elevasi Tanggul Kiri = +24.30 Elevasi Tanggul Kanan = +24.58</p>	<p>Elevasi Banjir = +24.28 Elevasi Tanggul Kiri = +26.26 Elevasi Tanggul Kanan = +26.26</p>
	<p>Tengah 12+500</p>	
<p>Elevasi Banjir = +11.91 Elevasi Tanggul Kiri = +11.35 Elevasi Tanggul Kanan = +11.81</p>		<p>Elevasi Banjir = +9.65 Elevasi Tanggul Kiri = +11.37 Elevasi Tanggul Kanan = +11.80</p>
<p>Hilir 21+000</p>		
	<p>Elevasi Banjir = +4.32 Elevasi Tanggul Kiri = +3.25 Elevasi Tanggul Kanan = +2.45</p>	<p>Elevasi Banjir = +4.01 Elevasi Tanggul Kiri = +5.37 Elevasi Tanggul Kanan = +5.37</p>



Gambar 3. Plot Profil Muka Air Sungai Sebelum Normalisasi Sungai



Gambar 4. Plot Profil Muka Air Sungai Setelah Normalisasi

Dari kedua gambar di atas, yaitu gambar 3 dan gambar 4, terlihat bahwa sebelum adanya normalisasi sungai di Sungai Blukar, terjadi kejadian banjir hampir di sepanjang tepi aliran sungai. Namun, setelah dilakukan normalisasi, kejadian banjir tersebut dapat dihindari.

Pada Sungai Blukar terdapat banyak tikungan, sehingga perlu dianalisa kekritisan tikungannya. Yakni dengan cara membandingkan Jari-jari Lengkung Tikungan (R) dan Panjang Air pada Penampang saat di Tikungan (B), dengan syarat $R/B > 7$ (Direncanakan dengan perkuatan lereng). Dari perhitungan yang dilakukan sebelumnya disimpulkan bahwa tikungan alur Sungai Blukar banyak yang mengalami kekritisan (tidak aman) sehingga perlu direncanakan sudetan.

Perhitungan *back water* adalah untuk mencari seberapa jauh aliran air yang terjadi dari daerah hilir menuju ke daerah hulu akibat adanya pasang air laut. Dari perhitungan disimpulkan bahwa elevasi muka sungai (+3,26 m) lebih tinggi dari elevasi muka air pasang (+1,10 m) maka tidak terjadi *back water*.

Metode konservasi yang direncanakan ada dua yaitu metode vegetatif dan metode teknis. Metode vegetatif yaitu metode konservasi dengan menanam berbagai jenis tanaman sebagai tanaman penutup tanah. Sedangkan metode teknis yaitu suatu metode konservasi dengan mengatur aliran permukaan sehingga tidak merusak lapisan tanah.

Dalam perencanaan sebuah proyek, selain dilakukan perencanaan mengenai dimensi teknis, diperlukan sebuah metode ataupun langkah-langkah pengerjaan agar perencanaan berjalan secara maksimal. Oleh karena itu pada bagian ini akan dibahas metode pelaksanaan pekerjaan Normalisasi Sungai Blukar.

Metode pelaksanaan yang akan dibahas sebagai berikut:

1. Pekerjaan persiapan
2. Pekerjaan galian saluran
3. Pekerjaan timbunan tanggul
4. Pekerjaan perkuatan lereng

Adapun volume pekerjaan dan kebutuhan alat pada pekerjaan normalisasi disajikan pada tabel berikut :

Tabel 7. Volume Pekerjaan dan Kebutuhan Alat

No	Pekerjaan	Alat	Volume Pekerjaan (m ³)	Produksi perjam (m ³ /jam)	Jumlah Kebutuhan Alat
1	Galian Tanah untuk Timbunan Tanggul	Back Hoe	378615	280,8	2
2	Galian Tanah yang Dibuang ke <i>Disposal Area</i>	Back Hoe	2093289,5	280,8	8
3	Urugan <i>Disposal Area</i>	Dump Truck	2093289,5	120,26	48
4	Perataan Tanah di Lokasi Proyek	Bulldozer	378615	230,4	2
5	Perataan Tanah di <i>Disposal Area</i>	Bulldozer	2093289,5	230,4	10
6	Pemadatan Tanah di Lokasi Proyek	Vibrator Roller	378615	48	8

(Sumber : Perhitungan)

Anggaran biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan Normalisasi Sungai Blukar adalah sebesar Rp 106.225.215.170,75.

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian hasil dan pembahasan seperti tersebut di atas, maka untuk mengurangi banjir di Kabupaten Kendal, khususnya akibat Sungai Blukar maka dalam Tugas Akhir ini dibuat rencana Normalisasi Sungai Blukar yang terdiri dari :

1. Rencana normalisasi sungai dilaksanakan mulai dari Bendung Sojomerto di Kecamatan Gemuh sampai ke muara Sungai Blukar, bermula pada STA 0+000 sampai dengan muara STA 22+500 dengan jarak \pm 22,5 km. Normalisasi dilaksanakan pada STA 0+000 sampai STA 22+500 karena penampang sungai di antara kedua STA tersebut tidak mampu menampung debit banjir.
2. Teknik pelaksanaan yang diterapkan yaitu perbaikan penampang sungai, perbaikan kemiringan alur sungai, perkuatan lereng dan perbaikan serta pembuatan tanggul.
3. Perbaikan penampang sungai dengan melakukan analisis menggunakan program HEC-RAS dan perbaikan kemiringan alur sungai karena kapasitas penampang mengalami penyempitan dan pendangkalan alur.
4. Perbaikan dan pembuatan tanggul diperlukan karena terdapat beberapa tanggul dalam kondisi kritis, dimana tanggul yang ada tidak memenuhi persyaratan tinggi jagaan sebesar 0,8 m.
5. Perkuatan lereng direncanakan dengan menggunakan pasangan batu kali untuk menanggulangi terjadinya erosi akibat gerusan arus sungai.