

NORMALISASI SUNGAI KRENGSENSUNG DALAM MENDUKUNG KEBERLANJUTAN WADUK PENDIDIKAN DIPONEGORO

Berlian Swindy BG, Bernadeta Andini PP, Suharyanto ^{*)}, Sumbogo Pranoto ^{*)}

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, SH., Tembalang, Semarang. 50275, Telp.: (024)7474770, Fax.:
(024)7460060

ABSTRAK

Sungai Krengseng adalah sungai kecil yang terletak di kawasan pemukiman Tembalang, Semarang. Sungai Krengseng dijadikan sebagai pemasok air untuk Waduk Pendidikan Diponegoro, tetapi di kawasan sungai tersebut masih banyak terdapat sampah, serta beberapa bangunan permanen dan non permanen yang dibangun di area sempadan sungai. Hal ini disebabkan oleh kurangnya tingkat kesadaran sebagian masyarakat dalam pengelolaan sampah dan belum adanya fasilitas pembuangan sampah yang memadai sehingga dapat memperburuk permasalahan di sekitar Sungai Krengseng. Terlebih ada sebagian penduduk yang masih membuang sampah dan limbah cair ke sungai. Selain masalah sampah, ada juga beberapa penampang sungai yang belum mencukupi menampung debit banjir, sehingga perlu dilakukan perbaikan penampang sungai. Sebagai pemasok air untuk waduk, sudah seharusnya kelestarian dan kelangsungan fungsi sungai Krengseng harus dijaga yaitu dengan penataan sempadan sungai dan sosialisasi pada masyarakat mengenai larangan membuang sampah serta sanksi-sanksi terkait pembuangan sampah. Salah satu dampak yang timbul akibat tidak terjaganya sempadan sungai adalah terjadinya pencemaran air dan penghambatan aliran air sungai sehingga penampang sungai tidak dapat menampung debit banjir pada saat hujan deras. Dari hasil analisis data curah hujan pada stasiun Simongan, Gunung Pati, Pucang Gading didapatkan debit banjir rencana periode ulang 25 tahunan $Q_{25} = 31,593 \text{ m}^3/\text{det}$ yang digunakan untuk menganalisis penampang sungai Krengseng. Adapun lebar sungai yang direncanakan adalah 7 m pada STA 0+50 sampai dengan STA 31+50 dan 5 m pada STA 32 sampai dengan STA 68. Rencana waktu pembangunan yang diperlukan adalah 21 minggu dengan total anggaran Rp. 69.500.000.000 (Enam puluh miliar lima ratus juta rupiah).

Kata kunci: Sempadan Sungai, Perbaikan Alur, Banjir, Sungai Krengseng

ABSTRACT

Krengseng River is a small river which is located in a residential area Tembalang, Semarang. Krengseng river serve as a supplier of water to the reservoir Education Diponegoro, but in the area of the river there are still a lot of garbage, as well as some permanent and non-permanent buildings were constructed in the river border area. This is caused by a lack of level of awareness of some communities in waste management and the lack of adequate waste disposal facilities so that it can exacerbate problems around the River Krengseng. Moreover, there are some people who still throw garbage and liquid

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

waste into the river. In addition to the waste problem, there are also several cross-section of the river that is not sufficient to accommodate the flood discharge, so it needs to be improved cross-section of the river. As a supplier of water to the reservoir, it is appropriate conservation and sustainability Krengseng river functions that must be maintained by the arrangement of riparian and socialization in the society regarding the prohibition of taking out the trash and sanctions related to waste disposal. One of the consequences of not subdued border river is the inhibition of water pollution and water flow so that the cross-section of the river can not accommodate the flood discharge during heavy rains. From the analysis of rainfall data Simongan station, Gunung Pati, Pucang Gading obtained discharge plan flood return period of 25 years $Q_{25} = 31.593 \text{ m}^3 / \text{sec}$ which is used to analyze the cross-section of the river Krengseng. The planned width of the river is 7 m at STA 0 + 50 to the STA 31 + 50 and 5 m at STA STA 32 to 68. The plan of development time required was 21 weeks with a total budget of Rp. 69.5 billion (Sixty billion five hundred million rupiah).

Keywords: Border River, Repair Flow, Flood, River Krengseng

PENDAHULUAN

Sungai Krengseng adalah sungai kecil yang terletak di kawasan pemukiman Tembalang, Semarang. Sungai Krengseng dijadikan pemasok air untuk Waduk Pendidikan Diponegoro, tetapi di kawasan sungai tersebut masih banyak terdapat sampah, dan bangunan pemanen dan non permanen yang di bangun di area sempadan sungai tersebut, selain itu ada beberapa penampang sungai yang belum mampu menahan banjir. Sehingga sebagai pemasok air untuk waduk, sudah seharusnya kelestarian dan kelangsungan fungsi sungai Krengseng harus dijaga salah satunya dengan penataan sempadan dan perbaikan penampang sungai .



Gambar 1. Lokasi Studi Tugas Akhir

Maksud dari perencanaan dan sempadan sungai ini adalah membuat solusi penanganan pelestarian fungsi Sungai Krengseng dengan perencanaan dan penataan sempadan sungai sesuai dengan kebutuhan Sungai Krengseng sendiri. Tujuannya adalah mencegah terjadinya luapan air, memulihkan kembali kondisi sempadan sungai sehingga dapat menunjang fungsi Waduk Pendidikan Diponegoro.

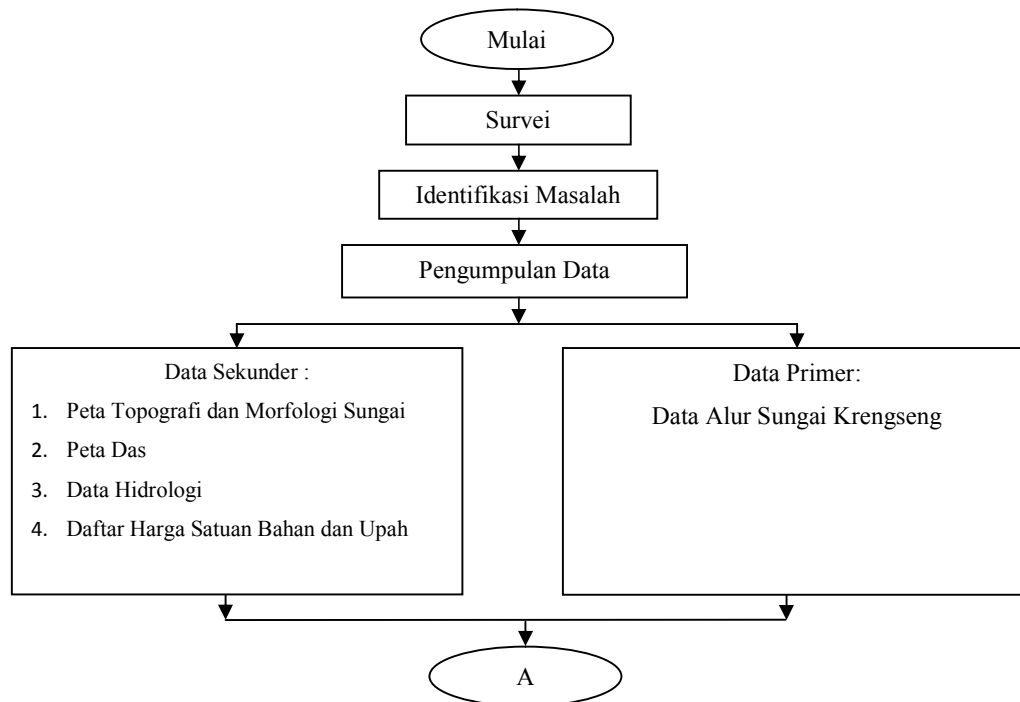
Merencanakan dan menata sempadan Sungai Krengseng dengan mempertimbangkan aspek topografi, hidrologi, dan geologi. Perencanaan dan penataan Sungai Krengseng meliputi Analisis Hidrologi, Analisis Hidrolika, Perencanaan Konstruksi, Pembuatan Gambar Perencanaan, Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB), dan Pembuatan Rencana Kerja dan Syarat (RKS).

Tinjauan Pustaka

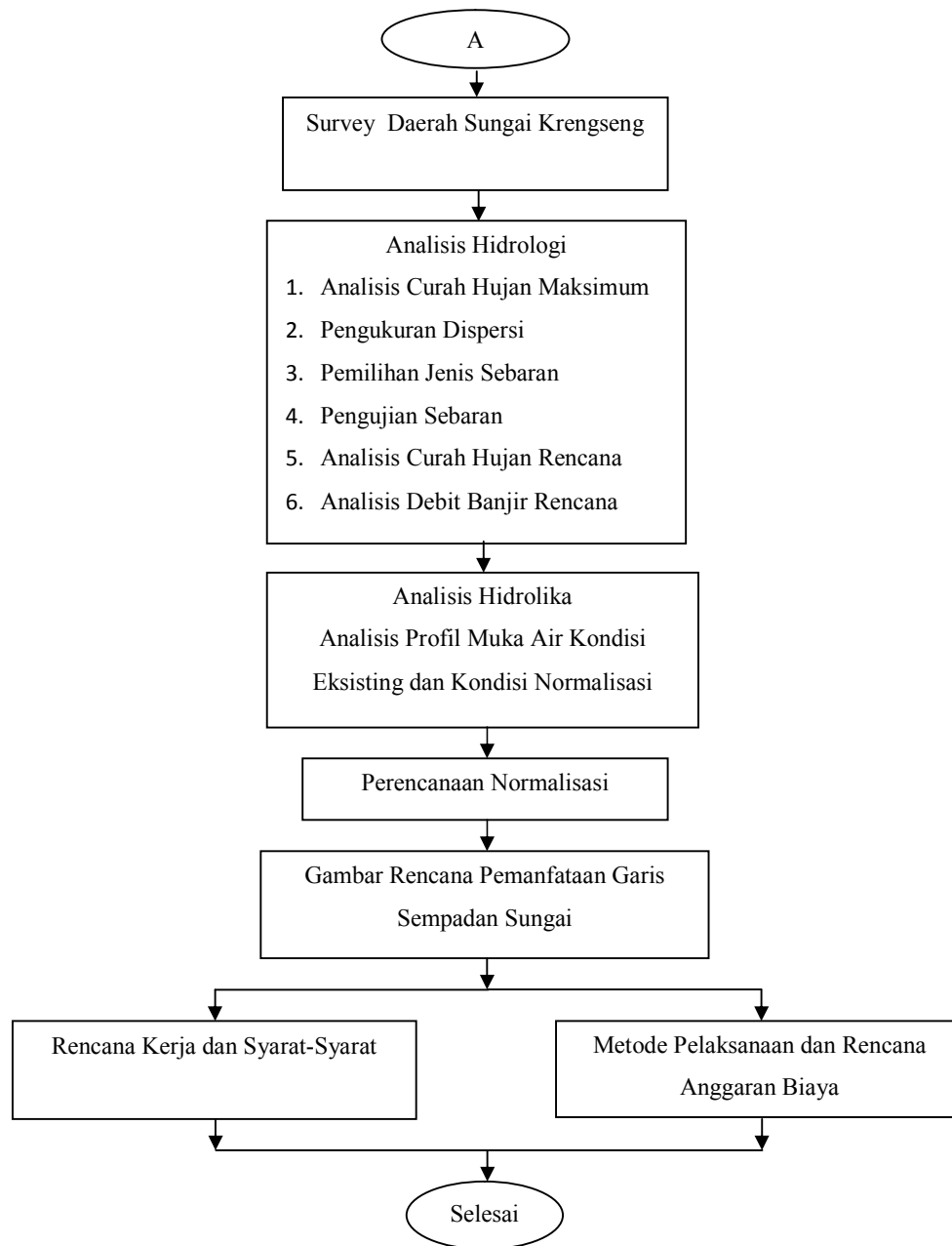
Sempadan sungai merupakan kawasan sepanjang kiri dan kanan palung sungai, termasuk sungai buatan/kanal/saluran irigasi primer, yang mempunyai manfaat penting untuk mempertahankan fungsi sungai. Sebelum merencanakan sempadan sungai maka harus terlebih dahulu memperhatikan penampang sungai tersebut, hal ini bertujuan untuk mengetahui daerah sungai yang melimpas. Sehingga dapat dilakukan perbaikan penampang sungai agar penampang sungai mampu menahan banjir. Untuk merencanakan penampang sungai dibutuhkan data curah hujan dari stasiun yang terletak di sekitar lokasi perencanaan. Data curah hujan tersebut kemudian dianalisis menggunakan metode statistik untuk menentukan jenis sebarannya. Jenis sebaran digunakan untuk menentukan besarnya curah hujan berdasarkan masing-masing periode ulang. Sebelum dilakukan perhitungan curah hujan rencana, dilakukan pengujian terhadap jenis sebaran yang telah dipilih yaitu uji keselarasan sebaran dengan *Chi-Kuadrat* dan *Smirnov-Kolmogorov*. Apabila hasil pengujian dapat diterima, curah hujan yang telah dihitung berdasarkan jenis sebaran yang dipilih, kemudian dihitung intensitas hujannya dengan menggunakan metode *Dr. Mononobe* yang merupakan sebuah variasi dari rumus-rumus curah hujan jangka pendek. Analisis perhitungan debit banjir rencana dihitung dengan menggunakan Metode *Weduwen*, Metode *Haspers*, Metode *HSS Gama I*, dan Metode *Passing Capacity*. Untuk mengetahui penampang sungai mampu menampung debit banjir, maka dilakukan analisis hidrolika menggunakan program *HEC-RAS*. Apabila ternyata penampang sungai tidak bisa menampung debit banjir, maka perlu dilakukan perbaikan tanggul maupun normalisasi sungai.

METODOLOGI

Dalam perencanaan dan penataan sempadan Sungai Krengseng, metodologi penyusunannya sebagai berikut:



Gambar 2. Bagan Alir Metodologi



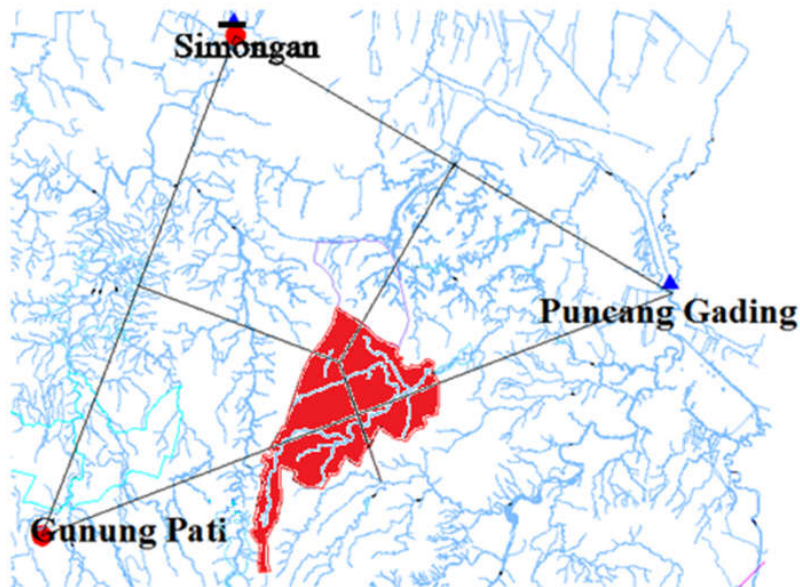
Gambar 2. Bagan Alir Metodologi (Lanjutan)

ANALISIS HIDROLOGI

Analisis hidrologi dibutuhkan untuk menentukan besarnya debit rencana yang akan digunakan dalam perencanaan teknis bangunan air, seperti bangunan irigasi, bangunan drainase, bangunan sungai dan bangunan sejenis lainnya. Analisis tersebut didasarkan pada beberapa tahapan, diantaranya adalah analisis curah hujan, analisis intensitas hujan, dan perhitungan debit rencana dengan memperhitungkan hujan efektif berdasarkan curah hujan dominan yang terjadi. Perhitungan analisis curah hujan diawali dengan menghitung besarnya curah hujan rata-rata daerah dengan metode *Thiessen*. Metode tersebut menghasilkan nilai yang lebih teliti jika dibandingkan dengan metode rata-rata aljabar, karena turut memperhitungkan luas daerah pengaruh (*catchment area*) dari tiap-tiap stasiun yang digunakan. Stasiun hujan dan koefisien *Thiessen* dilihat pada Tabel 1, sedangkan luas pengaruh tiap stasiun dilihat pada Gambar 3.

Tabel 1. Stasiun Hujan yang Digunakan dan Koefisien *Thiessen* Tiap Stasiun

No	Nama Stasiun	Luas DPA (km ²)	Koef. Thiessen
1	Simongan	0,542	0,07
2	Gunung Pati	4,131	0,53
3	Puncang Gading	3,085	0,40
Luas Total		7,758	1



Gambar 3. Poligon *Thiessen* di DAS Sungai Krengseng

Luas pengaruh daerah tangkapan pada polygon *Thiessen* digunakan untuk menentukan curah hujan maksimum harian rata-rata. Hasil rekap curah hujan maksimum harian rata-rata DAS dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hujan Maksimum Rata – rata DAS

Tahun	Hujan Maks Harian Rata-rata (mm)	Tahun	Hujan Maks Harian Rata-rata (mm)
1996	39,97	2006	112,64
1997	131,33	2007	210,26
1998	41,87	2008	111,90
1999	48,29	2009	94,20
2000	88,56	2010	91,79
2001	59,66	2011	114,00
2002	80,62	2012	102,98
2003	115,02	2013	103,77
2004	83,93	2014	88,47
2005	55,65		

Tabel 3. Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode *Log Pearson III* untuk Periode Ulang T Tahun

T (Tahun)	Cs	Log Xrt	Sd	K _T	$y_T = \text{Log } X_{rt} + K_T * Sd$	$X_T = \text{arc log } y_T \text{ (mm)}$
2	-0,265	1,94	0,18	0,040	1,948	88,707
5	-0,265	1,94	0,18	0,852	2,094	124,204
10	-0,265	1,94	0,18	1,250	2,166	146,601
25	-0,265	1,94	0,18	1,656	2,240	173,614
50	-0,265	1,94	0,18	1,909	2,285	192,910
100	-0,265	1,94	0,18	2,130	2,325	211,512
200	-0,265	1,94	0,18	2,327	2,361	229,601

Dari hasil perhitungan curah hujan rata-rata maksimum dengan metode Poligon *Thiessen* di atas perlu ditentukan kemungkinan terulangnya curah hujan maksimum guna menentukan debit banjir, maka dilakukan analisis sebaran dengan metode statistik. Terdapat 4 distribusi dalam perhitungan parameter statistik curah hujan yaitu Distribusi Normal, Gumbel, Log Normal, dan Log pearson III. Dari hasil analisis didapat bahwa parameter statistik yang memenuhi syarat yaitu Normal, Gumbel, Log Person III, kemudian diplot pada grafik untuk mengetahui penyimpangan terkecil, hasilnya didapatkan distribusi Gumbel yang mengalami penyimpangan terkecil. Kemudian dilakukan uji keselarasan sebaran dengan *Chi-Kuadrat* dan *Smirnov-Kolmogorov* apakah hasil sebaran bisa diterima atau tidak. Untuk perhitungan selanjutnya menggunakan Metode Gumbel. Analisis perhitungan debit banjir rencana dihitung dengan menggunakan Metode *Melchior*, Metode HSS Gama I, dan Metode *Passing Capacity*. Rekapitulasi hasil debit banjir rencana disajikan pada Tabel 4 di bawah ini.

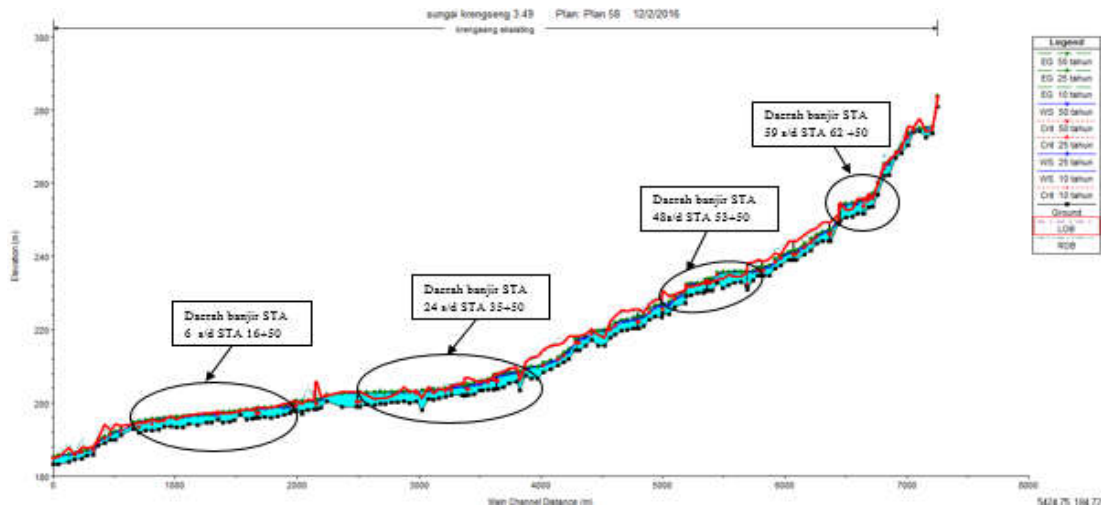
Tabel 4. Rekapitulasi Debit Banjir Rencana

Periode Ulang (tahun)	Metode Perhitungan Q (m ³ /det)			
	<i>Haspers</i>	<i>Der Weduwen</i>	<i>HSS Gama-I</i>	<i>Passing Capacity</i>
2	30,442	64,068	14,661	
5	42,623	89,706	21,160	
10	50,309	105,882	25,849	28,721
25	59,579	125,392	31,593	
50	66,201	139,329	35,859	
100	72,585	152,764	39,972	

Dari beberapa metode di atas dipilih debit banjir yang mendekati dengan metode HSS Gama I pada periode ulang 25 tahun (Q₂₅) sebesar 31,593 m³/det.

ANALISIS HIDROLIKA

Analisis hidrolika bertujuan untuk mengetahui kemampuan penampang dalam menampung debit banjir rencana. Pertama dilakukan perencanaan *eksisting* bendung dengan program *HEC-RAS*. Setelah dilakukan running program *HEC-RAS* dengan debit rencana 31,539 m³/det penampang *eksisting* sungai tidak dapat menampung debit banjir yang ada seperti terlihat pada Gambar 4.



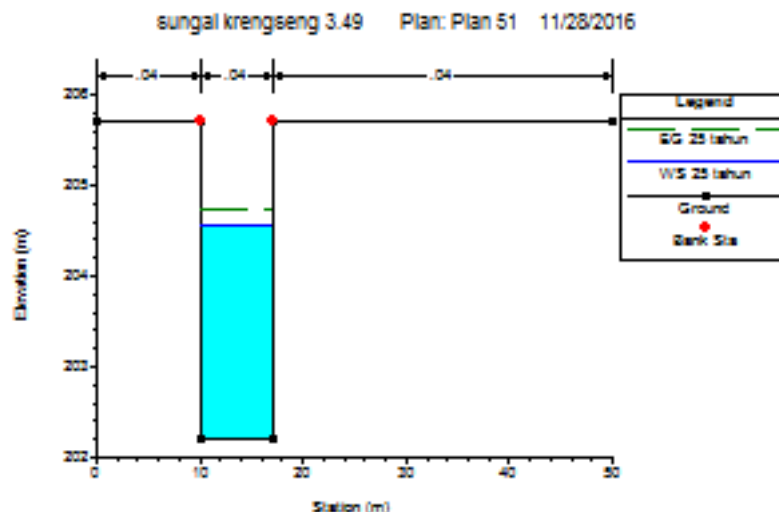
Gambar 4. Penampang Memanjang Eksisting Sungai

Dari hasil analisis hidrolika dengan menggunakan *HEC-RAS*, ada beberapa penampang yang tidak mampu menampung debit Q 25 tahun yaitu STA 6 s/d STA 16+50, STA 24 s/d STA 35+50, STA 48 s/d STA 53+50, dan STA 59 s/d STA 62+50. Oleh karena itu, untuk mengatasi limpasan yang terjadi perlu dilakukan normalisasi penampang di sepanjang alur sungai dan pembuatan tanggul di beberapa ruas yang mengalami limpasan (*overflow*).

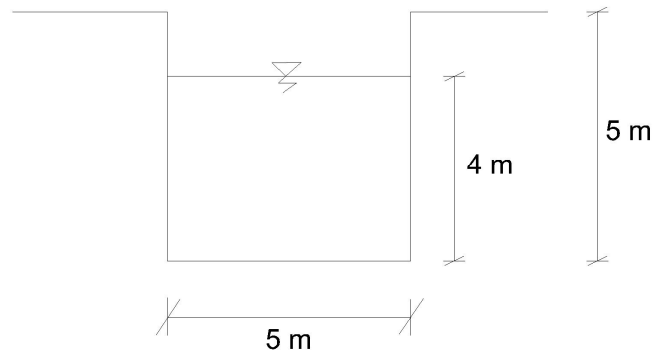
PERENCANAAN DAN PENATAAN SUNGAI KRENGSENG

Adapun perbaikan sungai yang dilakukan yaitu dengan cara perbaikan alur yang mengalami luapan dengan menggunakan penampang persegi empat. Berikut ini merupakan langkah-langkah pengoperasian program *HEC-RAS*.

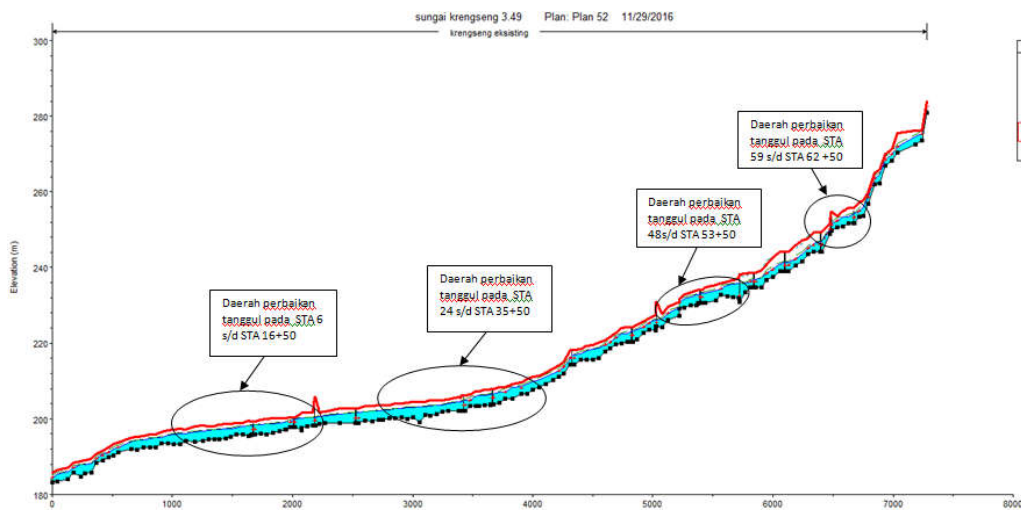
1. Geometrik Data
 - a. Membuat gambar alur sungai (*river reach*)
 - b. Memasukkan data masing-masing *cross section*
2. Memasukkan data debit rencana (*steady flow data*)
 - a. Memasukkan debit rencana Q 25 tahun
 - b. Eksekusi data (*running program*)



Gambar 5. Ilustrasi Penampang Persegi



Gambar 6. Desain Penampang Tipikal

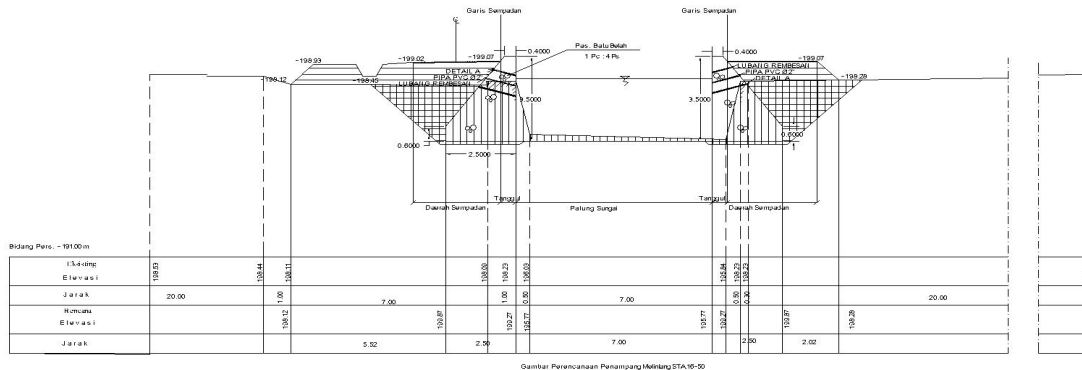


Gambar 7. Penampang Memanjang Sesudah Pendimensian Penampang Sungai

Setelah dilakukan perbaikan penampang dan di *running* menggunakan program *HEC-RAS*, hasil yang didapat tidak ada penampang yang meluap.



Gambar 8. Penampang Melintang Eksisting STA 16+50



Gambar 9. Penampang Melintang Rencana STA 16+50

RENCANA ANGGARAN BIAYA

Rencana Anggaran Biaya dapat dihitung setelah metode pelaksanaan dan gambar rencana selesai dikerjakan. Melalui metode pelaksanaan dan gambar rencana kita dapat mengetahui volume pekerjaan yang dapat dilihat pada Tabel 5. Setelah diketahui volume pekerjaan, maka dapat dihitung Rencana Anggaran Biaya (RAB). Biaya keseluruhan untuk Perencanaan Penataan Sempadan Sungai Krengseng adalah sebesar Rp.69.500.000.000,00 (enam puluh sembilan miliar lima ratus juta rupiah) dengan total waktu pekerjaan selama 21 minggu.

Tabel 5. Daftar Volume Pekerjaan

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan
A. Pekerjaan Persiapan			
1	Mobilisasi dan Demobilisasi	1	Ls
2	Administrasi dan Dokumentasi	1	ls
3	Pengukuran Situasi	7000	m
4	Direksi Keet	12	m ²
5	Listrik Kerja (1 bulan)	1	Ls
6	Air Kerja (1 bulan)	1	Ls
7	Papan Nama Proyek	2	bh
8	Testing Lab. Bahan dan Kepadatan	1	Ls
9	As Built Drawing	1	Ls
B. Pekerjaan Tanah			
1	Galian Tanah	135231,36	m ³
2	Urugan Tanah	101699,39	m ³
3	Galian Tanah yang Dibuang	33531,977	m ³
4	Pemadatan Tanah	45077,121	m ³
C. Pekerjaan Tanggul			
1	Pekerjaan Urugan Pasir	1310	m ³
2	Pemasangan batu kosong (aanstamping)	3247	m ³
3	Pasangan Batu Belah 1 : 4	38132	m ³
4	Pekerjaan Plesteran Tebal 1.5 cm	5851	m ³
5	Siar 1 : 3	11605	m

Tabel 5. Daftar Volume Pekerjaan (Lanjutan)

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan
D.	Pekerjaan Jalan		
1	Pengukuran Situasi	3400	m
2	Perataan Tanah	10200	m ²
3	Pemasangan Sirtu	408	m ³
4	Pemasangan Paving Block t=6cm abu-abu K 200	10200	m ²
E	Pekerjaan Saluran Drainase		
1	Pekerjaan urugan Pasir	1700	m ³
2	Pemasangan Batu Belah 1PC: 5 PP	965,6	m ³
3	Pemasangan Plesteran 1 Pc : 3 Pp Tebal 15 mm	4080	m ²
F	Pekerjaan Penanaman Pohon		
1	Penanaman Pohon	200	Batang
2	Pembuatan Pagar Pelindung Pohon	200	Buah
G	Pekerjaan Finishing		
1	Pembersihan Lokasi Proyek	1	Ls

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari studi Tugas Akhir Perencanaan Penataan Sempadan Sungai Krengseng dalam Mendukung Keberlanjutan Waduk Pendidikan Diponegoro ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisa hidrologi intensitas hujan pada DAS Krengseng untuk R25 Tahun dimana sebesar 173,614 mm.
2. Berdasarkan analisa hidrologi dan analisa hidrolika, maka dapat disimpulkan bahwa Sungai Krengseng dengan debit Q 25 tahun sebesar 31,539 m³/s penampang sungai tersebut tidak dapat menampung debit yang ada.
3. Konsep penataan sungai yang diterapkan pada Sungai Krengseng adalah konsep restorasi sungai. Konsep ini dapat diartikan juga sebagai konsep konservasi sungai yang tidak hanya memperhatikan unsur hidraulik sungai, melainkan juga memperhatikan unsur-unsur lingkungan khususnya lingkungan pada sekitar sungai.
4. Secara garis besar, penataan sempadan Sungai Krengseng dilakukan dengan mendesain luasan penampang sungai utama sehingga mampu menampung debit banjir rencana dan mendesain daerah ruang sungai (yang meliputi bantaran dan sempadan sungai) sebagai daerah ruang terbuka hijau.
5. Bantaran dan sempadan sungai didesain sebagai ruang terbuka hijau disisi sebelah kanan alur sungai sedangkan disisi sebelah kiri alur sungai digunakan untuk jogging track dan pedestrian.
6. Untuk melakukan penataan sempadan Sungai Krengseng diperkirakan memerlukan dana sebesar Rp.69.500.000.000,00 (enam puluh sembilan miliar lima ratus juta rupiah).

SARAN

Berdasarkan pada studi Tugas Akhir Perencanaan Penataan Sempadan Sungai Krengseng dalam Mendukung Keberlanjutan Waduk Pendidikan Diponegoro ini, penyusun ingin memberikan saran yaitu:

1. Dengan melihat kenyataan di lapangan, perlu adanya studi lebih lanjut mengenai sedimentasi, sehingga diperoleh laju sedimentasi dan solusi yang dapat diterapkan dalam mengurangi sedimentasi agar fungsi Sungai Krengseng tetap terjaga.

2. Pemerintah Kota Semarang harus tegas dalam menjaga fungsi ruang sungai dan memberlakukan sanksi-sanksi terkait mengenai sempadan sungai. Sehingga tidak ada lagi bangunan-bangunan liar yang berdiri pada area ruang sungai.
3. Pemerintah Kota Semarang juga harus memberikan fasilitas pembuangan sampah yang memadai, sehingga masyarakat tidak lagi membuang sampah sembarangan termasuk ke badan sungai.

DAFTAR PUSTAKA

- Br., Sri Harto, 1993. *Analisis Hidrologi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Bradja, M. Das, 2007. *Principles of Foundation Engineering, SI*, Seventh Edition, Cengage Learning, Stamford USA.
- Hydraulic Reference Manual HEC-RAS version 4.1.0 River, Analysis System*, US.
- Kamiana, I. M., 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*, Garah Ilmu, Yogyakarta.
- Loebis, J., 1992. *Banjir Rencana untuk Bangunan Air*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- PERMEN PUPR No.28 Tahun 2015. *Tentang Penetapan Garis Sempadan Sungai dan Garis Sempadan Danau*.
- PP RI No 38 2011. *Tentang Sungai*.
- Soemarto, CD, 1999. *Hidrologi Teknik Edisi Dua*, Erlangga, Jakarta.
- Soewarno, 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*, Nova, Bandung.
- Sosrodarsono, Suyono, 1977. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang, 2009. *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.