

NORMALISASI SUNGAI DOLOK SEMARANG – DEMAK, JAWA TENGAH

Gezzy Tria Pitanggi, Intan Tri Lestari, Suseno Darsono ^{*)}, Salamun ^{*)}

Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

Banjir yang sering terjadi di Kabupaten Demak disebabkan oleh meluapnya Sungai Dolok. Kondisi Sungai Dolok yang mengalami penyempitan alur serta pendangkalan menyebabkan berkurangnya kapasitas penampang sungai untuk mengalirkan debit banjir. Akibatnya, pada musim penghujan Kabupaten Demak sering mengalami banjir. Sungai Dolok memiliki panjang sekitar 47 km dan luas daerah aliran sungai sekitar 145 km². Hidrograf banjir Sungai Dolok dianalisis dengan menggunakan program HEC-HMS dan untuk analisis hidrolika menggunakan program HEC-RAS. Hasil analisis menunjukkan kondisi penampang eksisting Sungai Dolok tidak mencukupi untuk mengalirkan debit banjir Q_{50th} sebesar 216 m³/dt. Akibatnya, terjadi bencana banjir di Kabupaten Demak. Dari studi dan perhitungan yang telah dilakukan, pemecahan masalah ini adalah mengadakan normalisasi Sungai Dolok dengan melakukan perbaikan penampang sungai Dolok yang sesuai perencanaan. sehingga Sungai Dolok dapat mengalirkan debit banjir dan mengurangi tingkat bencana banjir di Kabupaten Demak.

Kata kunci : Normalisasi sungai, Banjir, Debit Banjir

ABSTRACT

The frequent flooding in District of Demak is caused by overflow Dolok River. The condition of Dolok River that has narrowed the channel and siltation causes the reduction sectional capacity of river to drain the flood discharge. As a result in the rainy season, District of Demak often experiences flooding. Dolok River has a length of about 47 km and watershed about 145 km². The flood hydrograph of Dolok River was analyzed using the HEC-HMS program and for hydraulic analysis using the HEC-RAS program. The analysis shows that the sectional existing condition of the Dolok River is insufficient to drain the flood discharge of Q_{50th} amount 216 m³/s. Consequently there was a flood disaster in District of Demak. Based on study and calculation that has been done, the troubleshooting of this disaster is normalization of Dolok River by repairing the section of Dolok river according to the plan. So that Dolok River can drain the flood discharge and reduce the rate of flood disaster in District of Demak.

Keywords: River Normalization, Flood, Flood Discharge

1. PENDAHULUAN

Sungai adalah alur atau wadah air alami dan/atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air didalamnya, mulai dari hulu sampai muara, dengan dibatasi kanan dan kiri oleh

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

garis sempadan. (*Peraturan pemerintah republik indonesia no. 38 tahun 2011 tentang sungai*). Dalam perkembangannya, sungai bukan hanya sebagai sumber mata air melainkan menjadi tumpuan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari.

Seperti halnya Sungai Dolok yang berada di wilayah Semarang-Demak yang dimanfaatkan warga sekitar sebagai sumber air bersih, memenuhi kebutuhan warga akan air minum, sanitasi, serta irigasi dan sistem drainase. Namun, selain dapat memberikan manfaat bagi manusia, sungai juga dapat merupakan sumber bencana. Bencana yang paling sering timbul akibat meluapnya air sungai adalah banjir.

Urbanisasi yang cepat di bagian timur Kota Semarang dan daerah sekitarnya telah memperburuk masalah banjir di daerah-daerah ini. Dengan bertambahnya permintaan lahan untuk pemukiman manusia dan industri di Jawa Tengah, wilayah perkotaan telah menyebar cepat, mengurangi lahan untuk hutan dalam perkembangannya. Penurunan daerah vegetasi telah mempengaruhi karakteristik hidrologi dan berpengaruh pada potensi sungai di daerah tangkapannya.

Selanjutnya, penurunan tanah dapat diamati terutama di hilir sungai KBT, Babon, Dombosayung dan Dolok dan sekitarnya sampai ke pesisir Laut Jawa, yang membuat masalah banjir menjadi lebih sulit. Selain itu, ada kemungkinan kenaikan muka air laut dan kenaikan jumlah dan frekuensi curah hujan akibat perubahan iklim.

Secara umum, pengembangan saluran air di sepanjang sungai Dolok rendah tidak mencukupi. Penampang sungai di Sungai Dolok pada umumnya sangat kecil dan juga jalur sungai di sekitar jalan Pantura ditutup oleh pintu air yang ada. Terlihat bahwa sungai ini lebih bergantung pada saluran air yang tinggi dengan tanggul atau dinding sungai untuk kapasitas pembuangannya daripada saluran air yang rendah, yang membuat keselamatan terhadap banjir semakin rendah.

Dengan mempertimbangkan hal-hal yang menyebabkan banjir pada sungai Dolok, maka menurut penulis kegiatan normalisasi sungai merupakan solusi terbaik guna mengurangi bencana banjir yang ada. Normalisasi sungai pada Sungai Dolok ini dapat berupa kegiatan pengerukan sungai, pembangunan tanggul serta pelebaran dimensi sungai guna meningkatkan kapasitas Sungai Dolok.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Analisis Hidrologi

Data hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi, seperti besarnya : curah hujan, debit sungai, tinggi muka air sungai, kecepatan aliran, konsentrasi sedimen sungai dan lain – lain yang akan selalu berubah terhadap waktu.

A. Analisis Data Curah Hujan

Pengamatan curah hujan dilakukan pada stasiun - stasiun penakar yang terletak di dalam atau di sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS) untuk mendapatkan curah hujan maksimum harian (R_{24}).

Penentuan curah hujan maksimum harian (R_{24}) rata - rata wilayah DAS dari beberapa stasiun penakar tersebut dapat dihitung dengan beberapa metode antara lain :

1. Cara Rata-Rata Aljabar
2. Cara Rerat Polygon Thiessen
3. Cara Isohyet

B. Analisis Curah Hujan Rencana

Analisis curah hujan rencana ini ditujukan untuk mengetahui besarnya curah hujan maksimum dalam periode ulang tertentu yang nantinya dipergunakan untuk perhitungan

debit banjir rencana.

Untuk perhitungan hujan rencana digunakan analisa frekuensi, cara yang dipakai adalah dengan menggunakan metode kemungkinan (*Probability Distribution*) teoritis yang ada. Beberapa jenis distribusi/sebaranyang digunakan antarlain :

1. Distribusi Normal
2. Distribusi Log Normal
3. Distribusi Log Pearson Type III.
4. Distribusi Gumbel

Tabel 2.1 Persyaratan Sebaran

No	Jenis Sebaran	Syarat
1	Normal	$C_k \approx 3, C_s \approx 0$
2	Log Normal	$C_s \approx 0, C_k \approx 0$
3	Person III	$C_s > 0. C_v \approx 1,5 C_s^3 + 3$
4	Log Pearson III	$C_s > 0, C_k \approx 1,5 C_s^3 + 3$
5	Gumbell	$C_s \leq 1,1396$ dan $C_k \leq 5,4002$

(Sumber : Soewarno, 1995)

C. Analisis Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana (*design flood*) adalah besarnya debit yang direncanakan melewati penampang sungai dengan periode ulang tertentu. Besarnya debit banjir ditentukan berdasarkan curah hujan dan aliran sungai antara lain : besarnya hujan, intensitas hujan, dan luas Daerah Aliran Sungai (DAS).

Untuk mendapat besaran debit rancangan yang didasarkan dengan data hujan, ada beberapa formula/metode yang umum dipakai di Indonesia antara lain Melchior, Der Weduwen, Hasper, Rasional, Jawa Sumatra, Tri Angle Unit Hidrograf, dan HSS Gama I. Selain itu besaran debit rancangan dapat diperkirakan dengan pemodelan program HEC-HMS.

Analisis Hidrolika

Analisis Penampang Eksisting Sungai

Analisis penampang eksisting sungai dengan menggunakan program HEC-RAS. Komponen sistem modeling ini dimaksudkan untuk menghitung profil permukaan air untuk arus bervariasi secara berangsur-angsur tetap (*steadygradually varied flow*). Sistem mampu menangani suatu jaringan saluran penuh, suatu sistem *dendritic*, atau sungai tunggal. Komponen ini mampu untuk memperagakan *subcritical*, *supercritical*, dan campuran kedua jenis profil permukaan air.

Analisis Penampang Sungai Rencana

Bentuk penampang sungai sangat dipengaruhi oleh faktor bentuk penampang berdasarkan kapasitas pengaliran, yaitu :

$$Q_{\text{banjir}} = A * V$$

$$V = 1/n * I^{1/2} * R^{2/3}$$

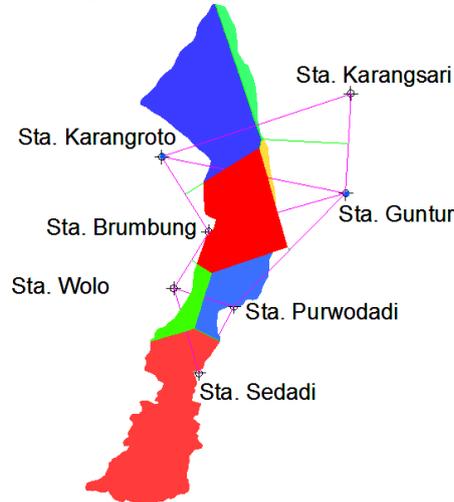
$$Q_{\text{Banjir}} = 1/n * I^{1/2} * R^{2/3} * A$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hidrologi

A. Analisis Data Curah Hujan

Data hujan yang digunakan dalam analisis hidrologi diambil dari 7 stasiun penakar hujan yang berada dekat di sekitar DAS Dolok. Analisis curah hujan ini menggunakan metode Thiessen dengan menarik garis antar masing-masing stasiun dan ditarik garis tegak lurusnya sehingga dapat berpotongan di satu titik. Kemudian dapat diukur luas daerah pengaruh masing-masing stasiun hujan.



Gambar 3.1 Polygon Thiessen DAS Dolok

Setelah dilakukan pengujian terhadap perhitungan data curah hujan maka diperoleh rekapitulasi curah hujan rerata daerah harian maksimum dari 7 stasiun hujan.

Tabel 3.1 Koefisien Thiessen

No	Stasiun	Luas (km ²)	Koef. Thiessen
1	117 (Karangsari)	4,9264	0,034
2	94 (Karangrotro)	43,3711	0,298
3	124 (Guntur)	1,3645	0,009
4	96 (Brumbung)	30,1446	0,207
5	198 (Wolo)	5,8875	0,041
6	204 (Purwodadi)	12,9611	0,089
7	202 (Sedadi)	46,6551	0,321
Total		145,3103	1,00

(Sumber : Perhitungan)

Tabel 3.2 Curah Hujan Rata-rata Maksimum Tahunan

NO	TAHUN	Rmax
1	2001	57,906
2	2002	61,212
3	2003	46,511
4	2004	55,198
5	2005	30,526
6	2006	63,529
7	2007	52,468
8	2008	71,017
9	2009	81,439
10	2010	53,340
11	2011	53,490
12	2012	87,452
13	2013	76,349

NO	TAHUN	Rmax
14	2014	84,095
15	2015	68,714

(Sumber :Perhitungan)

B. Analisis Data Curah Hujan Rencana

Dari data hujan harian maksimum dilakukan analisis curah hujan rencana maksimum. Data ini selanjutnya akan digunakan untuk perhitungan debit banjir rencana. Curah hujan rencana diambil untuk periode ulang 2, 5, 10, 20, 50, dan 100 tahun.

Analisis frekuensi data curah hujan rencana dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa distribusi probabilitas dalam hidrologi, yaitu : Distribusi Normal, Distribusi Gumbel, Distribusi Log Normal, Distribusi Person III dan Distribusi Log Person III.

Setelah dilakukan perhitungan parameter-parameter statistik, maka untuk menentukan metode yang akan digunakan dalam perhitungan curah hujan, dilihat dari nilai Koefisien Skewness (Cs) dan Koefisien Kurtosis (Ck) dari masing-masing metode analisa curah hujan.

Parameter-parameter statistik untuk metode tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 3.3 Parameter Statistik Normal

Parameter	Nilai
Xr	63,608
S	15,294
Cv	0.247
CS	-0.171
CK	3.422

(Sumber : Perhitungan)

Tabel 3.4 Parameter Statistik Logaritma

Parameter	Nilai
X	1.785
S	0.118
Cv	0.066
CS	-0.976
CK	5.199

(Sumber : Perhitungan)

Hasil Uji Distribusi tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.5 Hasil Perhitungan Uji Distribusi

Jenis Distribusi	Syarat	Syarat	Perhitungan	Kesimpulan
Normal	Cs ≈ 0	≈ 0	-0.171	Mendekati
	Ck ≈ 3	≈ 3	3.422	Mendekati
Log Normal	Cs ≈ 0	≈ 0	-0.976	Mendekati
	Ck ≈ 0	≈ 0	5.199	Tidak Mendekati
Gumbel	Cs = 1,14	1.140	-0.171	Tidak Mendekati
	Ck = 5,4	5.400	3.422	Tidak Mendekati
Person III	Cs > 0, Cv = 1.5 Cs^3 + 3	2,815	0.066	Tidak Mendekati
Log Pearson III	Cs > 0, Ck = 1.5 Cs^3 + 3	1,213	5.199	Tidak Mendekati

(Sumber : Penulis)

Dari hasil perhitungan uji distribusi maka jenis distribusi yang digunakan adalah distribusi normal dengan data hujan rencana sebagai berikut :

Tabel 3.6 Curah Hujan Rencana

Tr	Xrt	k	S	Xt
2	63.61	0	15.294	63.61
5		0.84		76.45

10		1.28		83.18
20		1.64		88.69
50		2.05		94.96
100		2.33		99.24

(Sumber : Perhitungan)

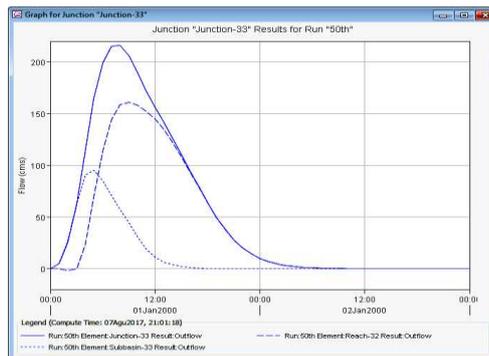
Tabel 3.7 Perhitungan Intensitas Curah Hujan

No	Kala Ulang	Curah Hujan	Jam Ke-							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	2 Tahun	63.61	15.27	17.17	12.72	4.45	5.72	3.82	2.54	1.91
2	5 Tahun	76.45	18.35	20.64	15.29	5.35	6.88	4.59	3.06	2.29
3	10 Tahun	83.18	19.96	22.46	16.64	5.82	7.49	4.99	3.33	2.50
4	20 Tahun	88.69	21.29	23.95	17.74	6.21	7.98	5.32	3.55	2.66
5	50 Tahun	94.96	22.79	25.64	18.99	6.65	8.55	5.70	3.80	2.85
6	100 Tahun	99.24	23.82	26.80	19.85	6.95	8.93	5.95	3.97	2.98

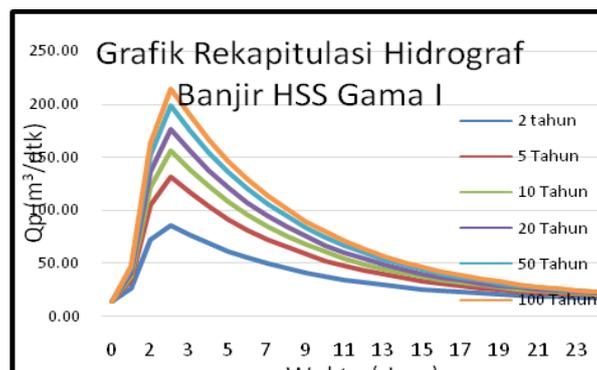
(Sumber : Perhitungan)

C. Analisis Debit Rencana

Dalam memperkirakan besarnya debit banjir rencana menggunakan pemodelan dengan bantuan program HEC-HMS dan hitungan Metode HSS Gama I.



Gambar 3.1 Grafik Hidrograf Banjir HEC-HMS



Gambar 3.2 Grafik Hidrograf Banjir HSS Gama I

Tabel 3.8 Rekapitulasi Hidrograf Banjir Rencana

Periode Ulang (Tahun)	HEC HMS (m³/dtk)	HSS Gama I (m³/dtk)
2	122.8	85.12
5	160.2	131.52
10	180.4	155.83
20	197.2	175.71
50	216.5	198.36

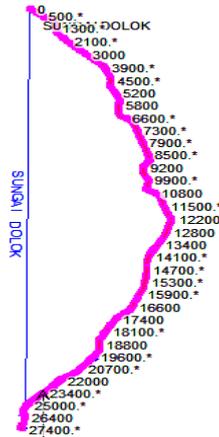
100	229.8	213.83
-----	-------	--------

(Sumber : Perhitungan)

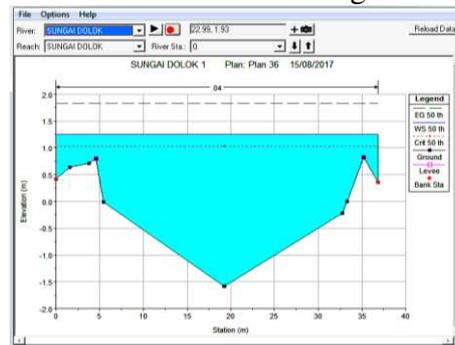
Untuk memilih debit banjir rencana dipilih yang paling mendekati data debit yang ada di lapangan. Namun, karena ketidaksediaan data lapangan maka untuk keamanan diambil data debit yang terbesar.

Analisis Hidrolika

Analisa hidrolika bertujuan untuk mengetahui kemampuan penampang dalam menampung debit rencana.



Gambar 3.3 Geometri Sungai Dolok



Gambar 3.4 Penampang Melintang Eksisting

Setelah dianalisis menggunakan perangkat lunak HEC-RAS, diperoleh bahwa sebagian besar kapasitas penampang sungai tidak memenuhi debit yang telah direncanakan ($Q_{50th} = 216 \text{ m}^3/\text{det}$) sehingga diperlukan perencanaan ulang dimensi penampang rencana.

Perhitungan kapasitas penampang rencana dapat menggunakan rumus berikut :

$$Q = \frac{1}{n} \times I^{1/2} \times R^{2/3} \times A$$

Dimana :

- Q = Debit aliran (m^3/s)
- A = Luas Penampang Basah (m^2)
- n = Koefisien kekasaran *manning*
- R = Jari-jari Hidrolis Sungai (m)
- I = Kemiringan hidraulik sungai

Tabel 3.9 Perencanaan Penampang Melintang dengan Program HEC-RAS

No Sta	Penampang Melintang	No Sta	Penampang Melintang
--------	---------------------	--------	---------------------

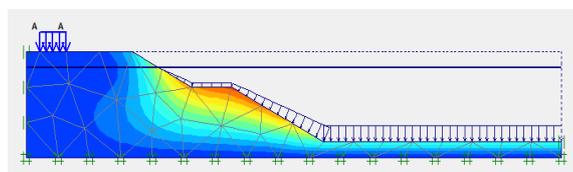
No Sta	Penampang Melintang	No Sta	Penampang Melintang
Tabel 3.9 Perencanaan Penampang Melintang dengan Program HEC-RAS (Lanjutan)			
Sta 23+000 Sta 19+200		Sta 19+200 Sta 18+800	
Sta 18+800 Sta 15+400		Sta 15+400 Sta 12+200	
Sta 12+200 Sta 10+400		Sta 10+400 Sta 6+800	
Sta 6+800 Sta 5+400		Sta 5+400 Sta 0+000	

(Sumber : Hasil Program HEC-RAS)

Stabilitas Tebing Sungai

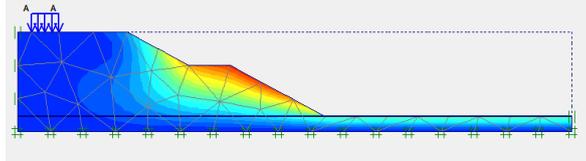
Stabilitas tebing Sungai Dolok dianalisis menggunakan perangkat lunak Plaxis. Hasil yang diperoleh dari analisis ini adalah sebagai berikut :

1. Pada kondisi banjir memiliki *safety factor* sebesar 3,574 dan *displacements* sebesar $22,86 \times 10^{-3}$ m



Gambar 4.15 Total *Displacements* saat Kondisi Banjir

2. Pada kondisi air surut memiliki *safety factor* sebesar 4,866 dan *displacements* sebesar $33,07 \times 10^{-3}$ m.



Gambar 4.16 Total Displacements saat Kondisi Air Surut

Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa stabilitas tebing Sungai Dolok termasuk Aman, sebab *Safety factor* > 1,5 dan *Displacements* < 45×10^{-3} m.

4. RAB

Rencana Anggaran Biaya untuk perencanaan normalisasi Sungai Dolok adalah sebagai berikut :

Tabel 5.1 Rencana Anggaran Biaya

No	JENIS PEKERJAAN	HARGA (Rp)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	434.758.042,66
II	PEKERJAAN PERBAIKAN SUNGAI	162.768.352.638,91
Jumlah		163.203.110.681,58
Pajak (PPN 10%)		16.320.311.068,16
Overhead (10%)		16.320.311.068,16
Jumlah Akhir		195.843.732.817,89
Pembulatan		195.843.733.000,00

(Sumber : Perhitungan)

5. KESIMPULAN

Untuk menangani permasalahan banjir yang diakibatkan oleh Sungai Dolok, maka dibuat perencanaan Normalisasi Sungai Dolok dengan kesimpulan sebagai berikut :

1. Hidrograf banjir dengan periode ulang Q_{50th} Sungai Dolok dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak HEC-HMS dengan debit banjir rencana sebesar $216 \text{ m}^3/\text{det}$.
2. Berdasarkan analisa hidrolika menggunakan perangkat lunak HEC-RAS dengan debit 50th, diperoleh bahwa sebagian besar kapasitas penampang eksisting sungai dolok tidak memenuhi debit yang direncanakan sehingga perlu perbaikan penampang sungai berupa pelebaran dasar sungai dan penambahan tanggul sungai.
3. Desain penampang melintang Sungai Dolok berbentuk penampang ganda.
4. Rencana Anggaran Biaya pelaksanaan Normalisasi Sungai Dolok sebesar Rp195.843.733.000 dengan durasi 230 hari atau 33 minggu.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Kodoatie, R. J., danRoestam, Sjarief. 2005. *Pengelolaan Sumber Daya air Terpadu*. Yogyakarta : Andi
- Suripin. 2004. *Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta : Andi Offset
- Kodoatie, R. J dan Sugiyanto. 2001. *Banjir (Beberapa Penyebab dan metode Pengendalian Banjir dalam Perspektif Lingkungan)*. Yogyakarta : Pustaka Belajar.
- Sosrodarsono Suyono & Tominaga Masateru, 1984, *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*, Jakarta : PT. Pradnya Paramitha
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Bandung : Nova.

Salamun. 2007. *Buku Ajar Rekayasa Irigasi dan Bangunan Air*, Semarang

Suripin. *Diktat Kuliah Hidrolika dan Mekanika Fluida*. UNDIP.

Arlen D.F., 2000. *HEC HMS Technical Reference Manual*. California: Hydrologic Engineering Centre US Army Corps of Engineers.

HEC-RAS Versi 4.1. 2010. *River Analysis System*. US Army Corps of Engineers. Davis