JURNAL KARYA TEKNIK SIPIL, *Volume 4, Nomor 4, Tahun 2015, Halaman 85 – 95*
Online di: http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts

PENGENDALIAN BANJIR DI SUNGAI LUSI MENGGUNAKAN *CHECK DAM* KAYU DI SUNGAI ORDE 1 DAN 2

Amanatullah Savitri, Arief Wahyu Indriawan, Sri Eko Wahyuni [*)], Suseno Darsono [*)]

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

ABSTRAK

Banjir adalah sebuah keadaan dimana daerah yang biasanya tidak tergenang oleh air seperti pemukiman, daerah industri, dan fasilitas umum lainnya menjadi tergenang. Keadaan seperti ini sangat merugikan baik secara moril maupun material seperti terhambatnya jalur transportasi yang berimbas pada laju roda perekonomian suatu daerah.Permasalahan banjir yang terjadi di Kabupaten Grobogan antara lain disebabkan karena meluapnya salah satu sungai yaitu Sungai Lusi. Sungai Lusi memiliki panjang sekitar 161,13 km yang mengalir dari Bulu Kabupaten Rembang hingga bertemu dengan Kali Serang di Penawangan Kabupaten Grobogan. Kondisi Sungai Lusi yang mengalami penyempitan alur serta pendangkalan menyebabkan berkurangnya kapasitas penampang sungai untuk mengalirkan debit banjir. Sungai Lusi tidak dapat lagi menampung debit banjir khususnya yang terjadi pada musim penghujan sehingga mengenangi wilayah di sekitar Sungai Lusi. Selain itu, banjir juga disebabkan karena tanggul sungai yang dibuka untuk jalan akses sehingga air dari sungai dapat dengan mudah meluap.Dari studi dan perhitungan yang telah dilakukan menggunakan bantuan software HEC-HMS, AutoCad Civil 3D, dan ArcGIS, diketahui dampak dari debit banjir dan penampang melintang di DAS Lusi untuk mengetahui perlu tidaknya perbaikan penampang sungai. Permasalahan banjir di Sungai Lusi diatasi dengan cara membuat check dam kayu di ruas anak-anak sungai orde 1 dan 2 di DAS Lusi.

kata kunci : *banjir, perbaikan penampang, check dam kayu*

ABSTRACT

Flooding is a situation where areas not normally inundated with water such as residential, industrial areas, and other public facilities to be flooded. The situation is highly detrimental to both moral and material such as transport delays which impact on the rate of the economy of a region. Flooding problems that occurred in the Regency of Grobogan is partly due to overflowing, one of the river is the Lusi river. Lusi river have a length of about 161,13 km starting from Bulu Regency Rembang downstream to the estuary through meet Serang River at Penawangan Regency Grobogan.. Lusi river conditions experience narrowing and shallowing flow leads to reduced capacity to cross the river flood discharge flow. Lusi river can no longer accommodate the flood discharge that occured especially in the rainy season so that commemorate the area around the Lusi river. In addition, the floods also caused the creek bank that opened for the access road so the water From

[*)] *Penulis Penanggung Jawab*

studies and calculations have been done using the help of HEC-HMS, AutoCAD Civil 3D and ArcGIS software to show the impact of the flood discharge and long sectional to determine whether or not cross-river improvements. Lusi River flooding problems addressed in using wooden check dam in river order 1 and 2 in Lusi watershed.

keywords*: flood, repair long sectional, wooden check dam*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang biasa terjadi di kawasan yang banyak dialiri oleh aliran sungai. Bencana ini biasa terjadi pada saat musim hujan, dimana kapasitas sungai sudah tidak mampu menampung aliran debit akibat hujan.

DAS Lusi membentang dari Kabupaten Blora sampai Kabupaten Grobogan dimana Sungai Lusi sebagai induk sungai dan puluhan anak sungai lainnya. Sungai Lusi menjadi sumber air utama bagi masyarakat sekitar kedua daerah tersebut, dimana pada saat musim penghujan tiba, sungai Lusi menjadi penyebab musibah terbesar karena sedimentasi dan kelandaian dasar sungai sungai yang tinggi, sehingga banjir selalu terjadi setiap tahunnya. Wilayah yang sering mengalami banjir paling parah adalah Kota Purwodadi yang terletak di hilir sungai dengan tingkat sedimentasi tinggi dan kecepatan arus sungai yang besar.

Salah satu bangunan pengendali banjir yang umumnya digunakan adalah *check dam* yang berfungsi tidak hanya untuk mengontrol debit aliran sungai tetapi juga mengendalikan sedimentasi sungai. Namun, untuk membangun sebuah *check dam* di induk sungai membutuhkan biaya yang sangat besar, apalagi dengan ruas Sungai Lusi yang panjang. Solusi lain adalah dengan mengendalikan banjir melalui anak-anak Sungai Lusi dengan bangunan *check dam* sederhana. Pembagian orde sungai dibatasi sampai orde 2, karena orde yang lebih tinggi memiliki penampang sungai yang lebih besar sehingga akan mempengaruhi perencanaan konstruksi dan biaya yang lebih besar.

Maksud dan Tujuan

Maksud dari pengelolaan DAS Lusi ini adalah :
Menyiapkan desain bangunan pengamanan di ruas-ruas anak Sungai Lusi sebagai acuan rancangan bangunan pengendali sedimen dan banjir di anak Sungai Lusi lainnya, dalam upaya penanggulangan permasalahan sedimentasi dan banjir yang terjadi di Sungai Lusi.

Tujuannya adalah :
1. Menganalisis debit yang terjadi pada DAS Lusi.
2. Merumuskan penanganan banjir dan sedimentasi yang terjadi di DAS Lusi.
3. Membuat perencanan detail bangunan pengamanan sedimentasi dan banjir di anak Sungai Lusi.

Ruang Lingkup Permasalahan

Ruang lingkup dalam perencanaan ini adalah :

1. Mengadakan evaluasi terhadap debit eksisting dan debit rencana pada tiap ruas-ruas sungai di DAS Lusi yang diperoleh dari analisis hidrologi pada daerah tangkapan.
2. Menitikberatkan pada perencanaan *check dam* sederhana di anak sungai dari segi teknis berdasarkan data-data yang ada.

TINJAUAN PUSTAKA

Sungai merupakan sebagian besar air hujan yang turun ke permukaan tanah, mengalir ke tempat-tempat yang lebih rendah dan setelah mengalami bermacam-macam perlawanan akibat melimpah ke danau atau ke laut. *(Suyono Sosrodarsono, 1994)*

Untuk merencanakan penanggulangan banjir dan gerusan pada suatu sungai pertama-tama dibutuhkan data curah hujan dari stasiun yang telah ditentukan, biasanya terletak dekat dengan DAS yang ditinjau. Data curah hujan tersebut kemudian dianalisis menggunakan metode statistik untuk menentukan jenis sebarannya *(CD. Soemarto, 1999)*. Jenis sebaran tersebut kemudian digunakan untuk menentukan besarnya curah hujan dengan periode ulang tertentu. Setelah itu dilakukan uji keselarasan sebaran dengan *Chi-Kuadrat* dan *Smirnov-Kolmogorov* apakah hasil sebaran bisa diterima atau tidak.

Analisis perhitungan debit banjir eksisting dihitung dengan menggunakan Metode Program *HEC-HMS* secara komputerisasi.

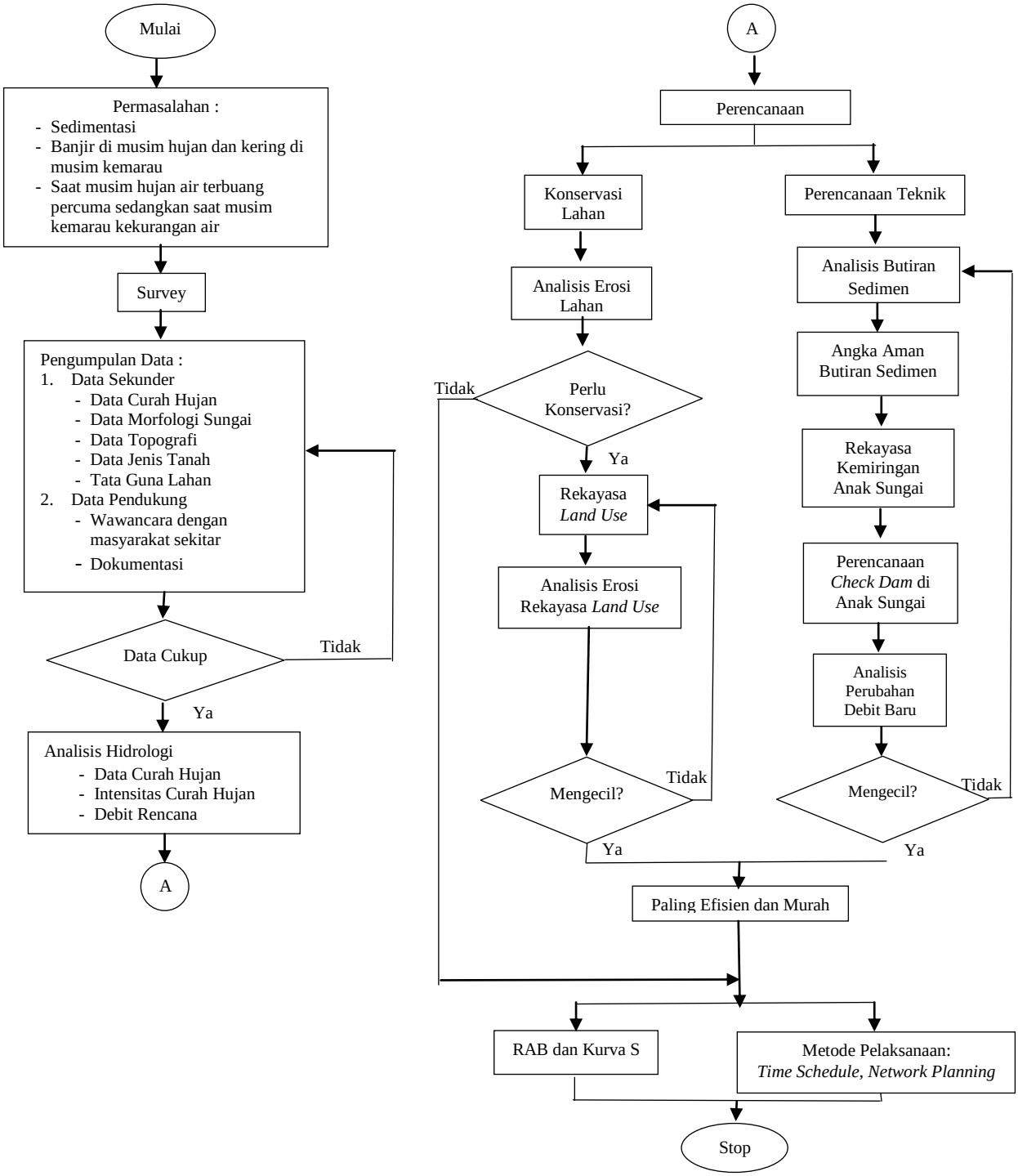
Selanjutnya menganalisis diameter butiran sedimen dengan Metode *Shields Diagram* yang bertujuan untuk menentukan angka diameter butiran aman sedimen untuk memperoleh kemiringan dasar sungai yang landai yang kemudian dilanjutkan dengan proses perhitungan debit banjir rencana dengan Metode Program *HEC-HMS*. Pada perencanaan kemiringan baru dasar sungai yang telah landai digunakan sebagai acuan perancangan bangunan *check dam* pada ruas anak sungai.

METODOLOGI

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan diatas dapat dilihat pada Gambar 1.

ANALISIS HIDROLOGI

Untuk menghitung hujan wilayah di lokasi studi digunakan data dari 19 (sembilan belas) stasiun hujan selama 10 tahun dari 2001-2010 sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah. Besarnya curah hujan wilayah dihitung dengan metode *Thiessen*. Metode ini menghasilkan nilai yang lebih teliti jika dibandingkan dengan metode rata-rata aljabar, karena ikut memperhitungkan luas daerah pengaruh dari tiap-tiap stasiun yang digunakan *(Suripin, 2004)*.

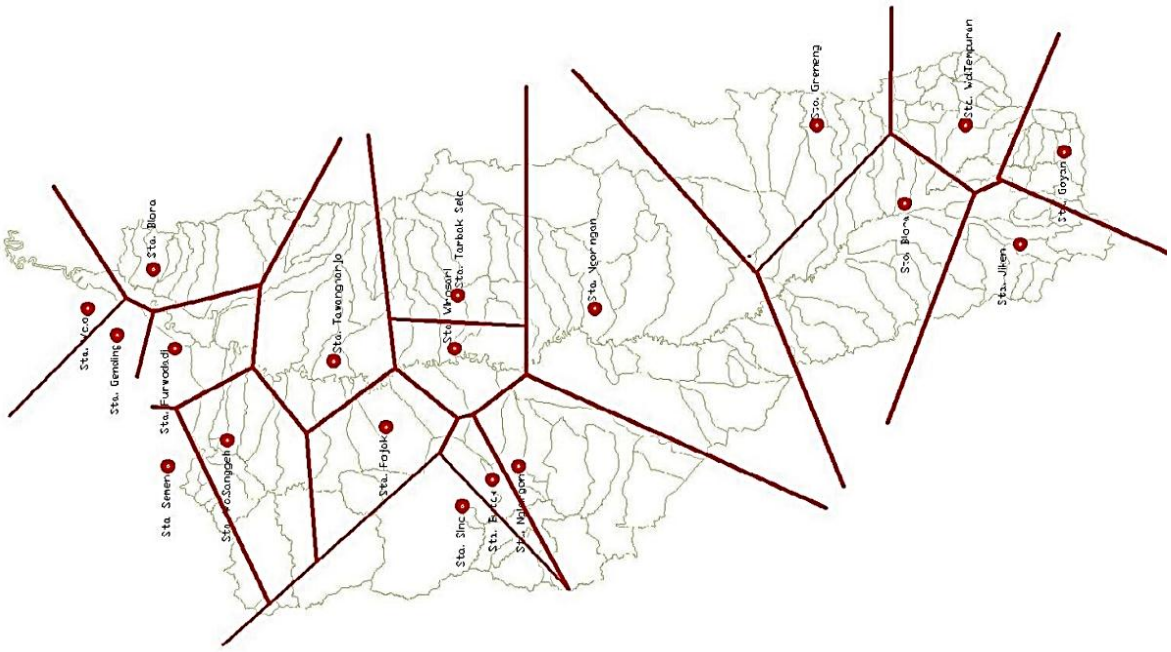


Gambar 1. Bagan Alir Metodologi Perencanaan.

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

No	Sta Hujan	Luas		Koefisien *Thiessen*
		m^2	km^2	
1	Sta. Blora	199589758,421	199,590	0,095
2	Sta. Butak	39133968,036	39,134	0,019
3	Sta. Gayam	43183025,005	43,183	0,021
4	Sta. Greneng	178698684,746	178,699	0,085
5	Sta. Jiken	91908306,749	91,908	0,044
6	Sta. Ngaringan	386768802,658	386,769	0,185
7	Sta. Nglangon	170096482,265	170,096	0,081
8	Sta. Pojok	98000864,981	98,001	0,047
9	Sta. Purwodadi	46258234,041	46,258	0,022
10	Sta. Semen	20133717,686	20,134	0,010
11	Sta. Simo	124294323,872	124,294	0,059
12	Sta. Tambakselo	171652226,336	171,652	0,082
13	Sta. Tawangharjo	141162974,009	141,163	0,067
14	Sta. Wirosari	71380702,795	71,381	0,034
15	Sta. Wd. Sanggeh	128214514,231	128,215	0,061
16	Sta. Wd. Tempuran	86544229,823	86,544	0,041
17	Sta. Brati	87547134,395	87,547	0,042
18	Sta. Gending	554230,465	0,554	0,000
19	Sta. Wolo	7923225,106	7,923	0,004
		Total	2023,320	1,000

Pada Gambar 2 berikut ini menggambarkan luas pengaruh 19 Stasiun Hujan dengan metode poligon *Thiessen* di lokasi studi.



Gambar 2. Luas Pengaruh STA Hujan dengan Metode Poligon *Thiessen.*

Setelah didapat koefisien Thiessen dihitung curah hujan maksimum tahunan DAS Lusi pada tahun 1998-2012 (15 tahun) yang kemudian direkap dan ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hujan Maksimum Tahunan DAS Lusi

No.	Tahun	Hujan Maks (mm)
1	2001	50,522
2	2002	50,656
3	2003	43,886
4	2004	22,253
5	2005	30,500
6	2006	62,794
7	2007	116,383
8	2008	35,217
9	2009	48,838
10	2010	50,503

Sumber Data: BBWS Pamali-Juwana,2014

Dari hasil perhitungan curah hujan rata-rata maksimum dengan metode Poligon *Thiessen* di atas perlu ditentukan kemungkinan terulangnya curah hujan maksimum guna menetukan 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 *(Soewarno, 1995).* Dari Tabel 3 dibawah dapat dilihat bahwa parameter statistik yang memenuhi syarat yaitu *Log Pearson* Tipe III.

Tabel 3. Uji Kecocokan Parameter Statistik untuk Menentukan Jenis Distribusi

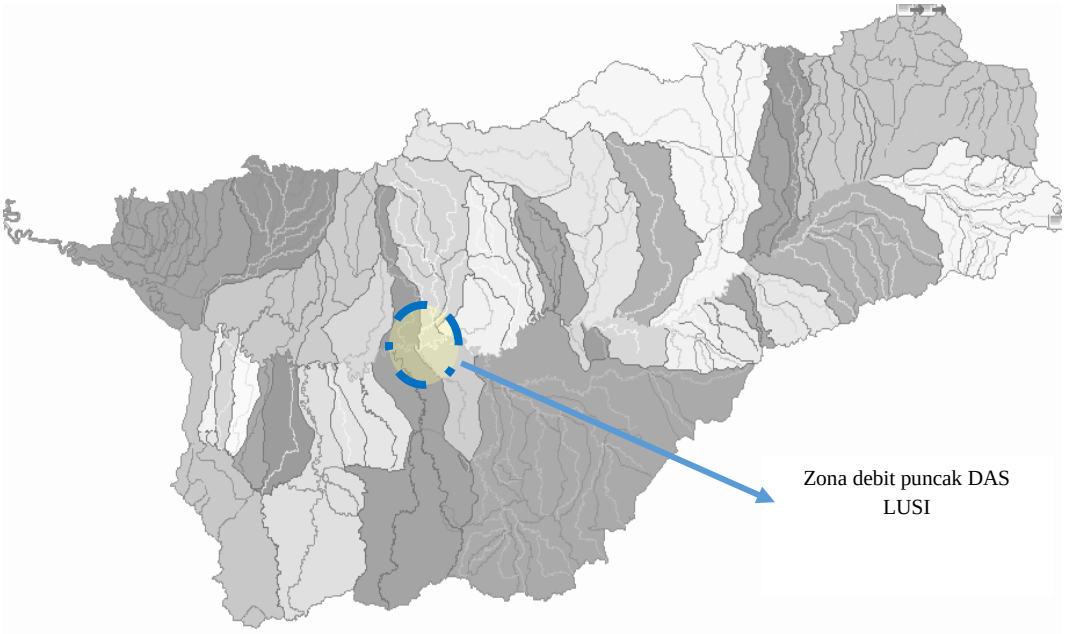
No	Jenis Sebaran	Parameter	Hasil Perhitungan	Syarat	Keterangan
1	Normal	Cs	1,967	Cs ≈ 0	Tidak Memenuhi
		Ck	8,611	Ck ≈ 3	
2	Gumbel	Cs	1,967	Cs ≈ 1,139	Tidak Memenuhi
		Ck	8,611	Ck ≈ 5,402	
3	Log Normal	Cs	0,470	$Cs = Cv^3+3Cv = 0,346$	Tidak Memenuhi
		Cv	0,115	Cv ≈ 0	
		Ck	5,449	$Ck= Cv^8+6Cv^6 +15Cv^4 +16Cv^2+3 = 3,124$	
4	Log Pearson III	Cs	5,449	Cs ≠ 0	Memenuhi

Setelah dilakukan uji kecocokan parameter distribusi, dilanjutkan uji keselarasan sebaran dengan menggunakan *Smirnov-Kolmogorov* dan *Chi-Kuadrat* apakah hasil sebaran bisa diterima atau tidak. Dari uji keselarasan sebaran, kedua metode tersebut menyatakan bahwa distribusi tersebut dapat diterima. Diambil yang paling mendekati adalah Metode Log Pearson Tipe III dengan nilai C_s = 0,47 mendekati persyaratan $C_s \neq 0$. Untuk perhitungan selanjutnya menggunakan metode Log pearson Tipe III.

Analisis perhitungan debit banjir eksisting dihitung dengan menggunakan Metode Program *HEC-HMS.* Pada Tabel 4 disajikan hasil debit banjir eksisting pada zona debit puncak berdasarkan Program *HEC-HMS* yang ditunjukkan Gambar 3.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Debit Banjir Eksisting dengan Program *HEC-HMS*

Hydrolic Element	Debit (Periode Ulang Hujan 2 tahun) (m^3/s)	Debit (Periode Ulang Hujan 100 tahun) (m^3/s)
Junction-Utama 22/Gobang 12	91,3	732,9
Junction-Utama 23/Pendem	91,3	732,9
Junction-Utama 24/Tirto 4	91,3	732,4
Junction-Utama 25/Logender	91	730,7
Reach-Utama 24	91,3	732,4
Reach-Utama 25	91	730,7
Reach-Utama 23	91,3	732,9



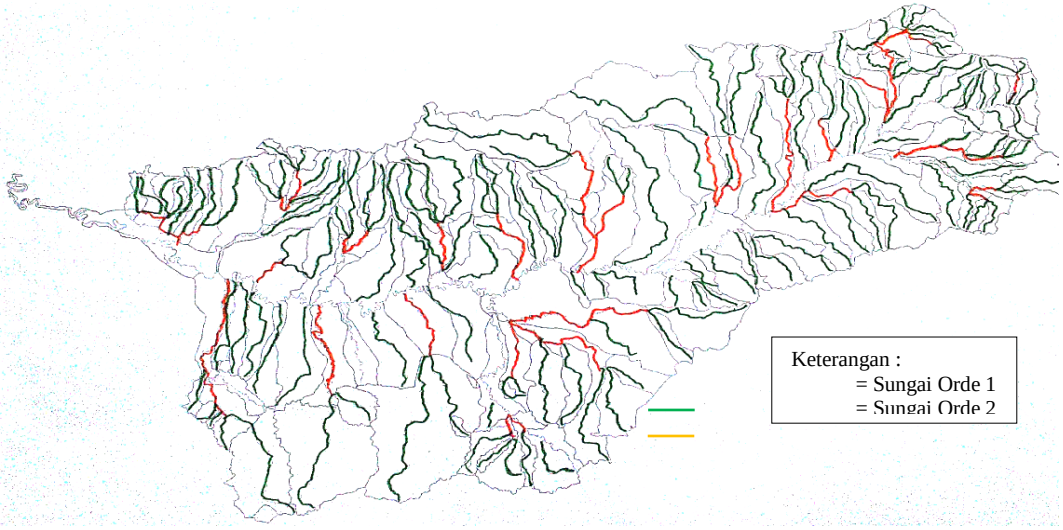
Gambar 3. Lokasi Terjadi Debit Puncak Pada DAS Lusi.

Dari metode Program *HEC-HMS* tersebut didapatkan debit banjir eksisting pada periode ulang 2 tahun (Q2) sebesar 91,3 m^3/s dan periode ulang 100 tahun (Q100) sebesar 732,9 m^3/s.

PERENCANAAN

Perencanaan Teknik

Perencanaan teknik merupakan perencanaan pengendalian sedimentasi pada anak sungai dengan membuat rancangan *check dam* sederhana pada sepanjang ruas sungai. Perencanaan diawali dengan meninjau sungai orde 1 dan 2 untuk mendapatkan sampel ruas sungai yang nantinya akan digunakan sebagai referensi untuk perencanaan sungai lainnya, selanjutnya direncanakan untuk seluruh ruas sungai dengan mengacu pada analisis desain pada tiap orde sungai. Hasil dari perencanaan teknik tersebut adalah penempatan bangunan *check dam*, analisis debit setelah dibangun *check dam* dan bentuk bangunan *check dam*. Lokasi ruas-ruas sungai orde 1 dan 2 ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Lokasi Orde 1 dan 2 Pada DAS Lusi

Untuk mendapatkan kemiringan desain yang landai digunakan perhitungan Metode *Shields Diagram*. Metode ini menganalisis diameter butir sedimen yang bergerak (*incipient motion*) pada aliran, kemudian dengan perkiraan asumsi ditentukan angka aman butiran diameter sedimen dengan selisih beda kemiringan eksisting dan rencana < 1 m.

Perhitungan dilanjutkan dengan analisis debit banjir rencana berdasarkan kemiringan dasar sungai rencana dengan Metode Program *HEC-HMS*. Hasil debit banjir rencana disajikan Pada Tabel 6 yang terjadi pada zona debit puncak berdasarkan Program *HEC-HMS.*

Tabel 6. Hasil Perhitungan Debit Banjir Eksisting dengan Program *HEC-HMS*

Hydrolic Element	Debit (Periode Ulang Hujan 2 tahun) (m^3/s)	Debit (Periode Ulang Hujan 100 tahun) (m^3/s)
Junction-Utama 22/Gobang 12	81,3	563,1
Junction-Utama 23/Pendem	81,3	563,1
Junction-Utama 24/Tirto 4	81,3	563
Junction-Utama 25/Logender	81,5	563,9
Reach-Utama 24	81,3	563
Reach-Utama 25	81,3	562,6
Reach-Utama 23	81,3	563,1

Dari metode Program *HEC-HMS* tersebut didapatkan debit banjir rencana pada periode ulang 2 tahun (Q2) berubah menurun menjadi 81,3 m^3/s dari 91,3 m^3/s (Tabel 4) dan periode ulang 100 tahun (Q100) berubah menurun menjadi 563,9 m^3/s dari 732,9 m^3/s (Tabel 4). Perencanaan bangunan *check dam* di ruas anak sungai orde 1 dan 2 efektif untuk menurunkan debit yang terjadi di zona debit puncak.

Konservasi Erosi Lahan

Nilai Erosi dapat dihasilkan dari persamaan *USLE*. Namun, sebelum *USLE* dikembangkan lebih lanjut, perkiraan besarnya erosi ditentukan berdasarkan data atau informasi kehilangan tanah di suatu tempat tertentu. Dengan demikian, prakiraan besarnya erosi

tersebut dibatasi oleh faktor-faktor topografi/geologi, vegetasi dan meteorologi. Analisis menggunakan persamaan *USLE* dapat dilakukan di software pemetaan yaitu *ArcGIS*. Dengan Menggunakan rumus *USLE*, setiap variabel mewakili tiap peta. Hasil perhitungan disajikan pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. *Scoring* Nilai Erosi di DAS Lusi

Nama DAS	Luas DAS Km^2	Luas Tiap Tingkat Erosi Lahan (Ha)						Luas
		Sangat Ringan	Ringan	Sedang	Berat	Sangat Kritis	Katas Tropis	
DAS Lusi	2057	1413787637.50	566619854.94	49674745.72	37321229.50	6060873.75	0.000	2,073,464,341

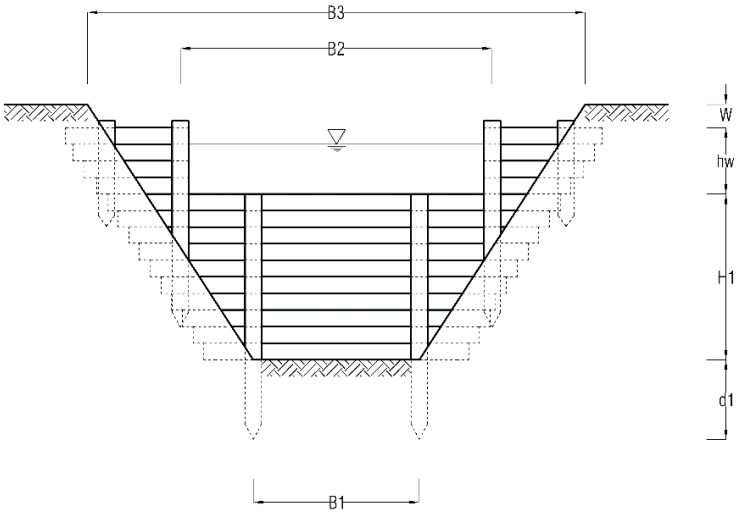
Tabel 8. Nilai Rrosi di DAS Lusi

Sangat Ringan	Ringan	Sedang	Berat	Sangat Kritis	Katas Tropis	Jumlah	Luas	Rata-2	Erosi
3.125	34.375	125	406,25	1562,5	2500			Ton/ha/th	Mm/th
4,418,806,367.19	19,477,557,513.56	6,209,343,215.00	15,161,749,484,38	9,470,115,234.38	-	54,736,851,814.50	2,073,464,341,41	26,399	1,760

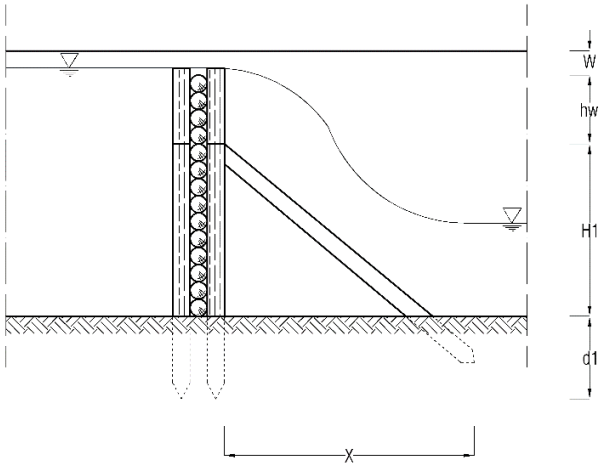
Dari hasil analisis didapat nilai erosi sebesar 1,76 mm/tahun. Berdasarkan nilai aman laju erosi < 2 mm/tahun, maka tidak perlu dilakukan konservasi lahan karena masih dalam angka aman. Jadi, besarnya sedimen yang masuk ke dalam sungai akibat erosi lahan disekitar sungai adalah 1,76 mm/tahun.

Perencanaan Bangunan *Check dam*

Check dam adalah bangunan di sungai berbentuk bendung dan kelengkapannya, yang berfungsi untuk mengendalikan kecepatan, debit, dan arah aliran sedimen di palung sungai *(Iman Subarkah, 1980)*. Bangunan *check dam* sederhana direncanakan menggunakan struktur kayu/bambu sesuai tujuan agar bangunan ekonomis namun tetap kuat sebagai penahan laju debit dan sedimentasi. Struktur utama penyusun bangunan adalah kayu jati, dapat pula digunakan bambu. Kayu jati yang digunakan adalah bagian batang pada percabangan pertama dari batang utama, sehingga dapat menekan biaya konstruksi dan lebih ekonomis dari segi penggunaan bahan. Desain ukuran dimensi *check dam* berbeda antara satu dengan lainnya antara ruas sungai karena perbedaan dimensi penampang di seluruh ruas sungai orde 1 dan 2. Secara umum bentuk penampang ditampilkan pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Desain Penampang Melintang Bangunan *Check Dam* Kayu di DAS Lusi.



Gambar 7. Potongan Bangunan Melintang *Check Dam* Kayu di DAS Lusi.

Keterangan :
B1 = lebar dasar sungai (m)
B2 = lebar bukaan aliran sungai (m)
B3 = lebar permukaan sungai (m)
W = tinggi jagaan (m)
hw = tinggi air diatas pelimpah (m)
H1 = tinggi efektif check dam (m)
d1 = kedalaman pondasi (m)
X = jarak tiang penyangga bangunan (m)

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari Laporan Tugas Akhir "Pengendalian Banjir di Sungai Lusi Menggunakan *Check Dam* Kayu di Sungai Orde 1 dan 2", adalah sebagai berikut :

1. Hasil perhitungan debit debit banjir eksisting pada periode ulang 2 tahun (Q_2) sebesar 91,3 m^3/s dan periode ulang 100 tahun (Q_{100}) sebesar 732,9 m^3/s.
2. Setelah melalui analisis Metode *Shields Diagram* untuk menentukan nilai angka aman butiran diameter sedimen yang bertujuan untuk mendapatkan kemiringan dasar sungai rencana yang semakin landai, didapatkan debit banjir rencana pada periode ulang 2 tahun (Q_2) berubah menurun menjadi 81,3 m^3/s dan periode ulang 100 tahun (Q_{100}) berubah menurun menjadi 563,9 m^3/s.
3. Berdasarkan konservasi erosi lahan dengan metode *USLE* diperoleh laju erosi 1,76 mm/tahun. Laju erosi dibawah batas maksimum laju erosi yaitu 2 mm/tahun, sehingga konservasi erosi lahan dapat diabaikan.
4. Perencanaan *check dam* menggunakan struktur kayu jati bagian cabang dengan diameter kayu minimal 10 cm. Tinggi mercu adalah 1 meter. Bangunan tersebut direncanakan dengan dimensi sesuai keadaan eksisting sungai dan dilakukan peninjauan terhadap stabilitas. Peninjauan terhadap stabilitas, yaitu :
   a. Stabilitas bangunan terhadap guling ($\geq$ 1,2), terhadap geser ($\geq$ 1,2), memenuhi persyaratan.
   b. Momen lentur memenuhi persyaratan Mu $\leq$ M'(kg/cm).

SARAN

Berdasarkan pada hasil perencanaan diatas dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Perlu adanya perbaikan fungsi DAS yang ekonomis dengan mengendalikan laju sedimentasi dan debit pada tiap hulu anak sungai sebagai upaya penanganan banjir di hilir Sungai Lusi.
2. Perlu adanya operasi yang terkoordinasi dengan baik dan pemeliharaan yang menerus dalam mengatasi banjir Sungai Lusi tersebut.
3. Partisipasi masyarakat dalam pembinaan, pengendalian dan penangulangan terhadap banjir secara intensif dan terkoordinasi secara terpadu dengan meningkatkan kesadaran masyarakat misalnya dengan mengadakan peng-hijauan dan tata guna lahan yang ada sehingga dapat mengatasi permasalahan banjir di masa mendatang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak berikut:

1. BBWS Pemali-Juwana Semarang.
2. Pusat Studi Bencana, LPPM Undip.

Yang telah membantu dan menyediakan data-data yang diperlukan untuk proses pembuatan laporan Tugas Akhir kami.

DAFTAR PUSTAKA

....., 1983. *Design Of Sabo Facilities*, JICA.

....., 2003. *Sabo Work*, JICA.

....., 1985. *Perencanaan Bangunan Pengendali Sedimen*, JICA.

Br., Sri Harto, 1993. *Analisis Hidrologi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

BSN, 2002. *Peraturan SNI Tata Cara Perencanaan Konstruksi Kayu Indonesia Tahun 2002*, Agustus 2002.

Soemarto, CD, 1999. *Hidrologi Teknik Edisi Dua*. Erlangga, Jakarta.

Soewarno, 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*, Nova, Bandung.

Subarkah, Iman, 1980. *Bangunan Air*, Idea Darma, Bandung.

Suhartanto, Ery, 2008. *Panduan HEC-HMS dan Aplikasinya di Bidang Teknik Sumber Daya Air*, CV Citra. Malang.

USACE, 2000. *HEC-HMS Technical Reference Manual*, Maret 2000.

USACE, 2013. *HEC-HMS User's Manual,* Desember 2013

Yang, Chih Ted, 1996. *Sediment Transport : Theory and Practice*, McGraw-Hill, NewYork.