

PERANCANGAN CHECK DAM PRAMUKA UNTUK MENGATASI SEDIMENTASI DI BANJIR KANAL BARAT KOTA SEMARANG

Susilowati, Langlang Adi Pratama, Dwi Kurniani^{*)}, Suseno Darsono^{*)}

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

ABSTRAK

Banjir Kanal Barat merupakan salah satu infrastruktur pengendali banjir yang dibangun untuk mengatasi permasalahan banjir di Kota Semarang. Fungsi tersebut harus dijaga agar tetap sesuai dengan fungsinya. Rehabilitasi Banjir Kanal Barat telah dilakukan untuk menaikan kapasitas angkut aliran banjir yang berkurang akibat sedimentasi. Sedimentasi ini disebabkan oleh terjadinya erosi dibagian hulu DAS Garang. Banguna Pengendalu Sedimen yang berupa check dam perlu dibangun di bagian hulu sungai untuk mengendalikan kemiringan dasar. Tujuan kajian ini adalah untuk mendesain bangunan pengendali sedimen agar dapat mengurangi sedimentasi di sungai bagian hilir yang menyebabkan berkurangnya kapasitas Banjir Kanal Barat dan menyebabkan air banjir tidak dapat tertampung lagi sehingga terjadi banjir. Serta dengan adanya check dam ini diharapkan bisa mengatasi gerusan di jembatan pramuka, agar pilar jembatan dapat terlindungi. Analisis Hidrologi untuk menghitung debit banjir menggunakan bantuan perangkat lunak HEC-HMS dengan hidrograf satuan sintetik dari SCS (Soil Conservation Service)dalam periode ulang 100 tahun. Debit banjir 100 tahun dilokasi sebesar 386.9 m³/detik. Analisis erosi menggunakan metode USLE (Universal Soil Losses Equation) didapatkan nilai erosi sebesar 1.85 mm/th (32.01 ton/ha/th). Dari hasil analisis erosi didapatkan nilai sedimentasi dengan rumus dari suripin(2004) sebesar 2.677 ton/h/th. Lokasi check dam yang akan dibangun di hilir jembatan Pramuka, Pudak Payung, Semarang. Dengan hasil analisis hidrologi yang didapatkan tersebut dilakukan perencanaan check dam dengan fisik seperti berikut: elevasi puncak mercu pelimpah main dam +283,65 dengan tinggi efektif sebesar 4 m dan kedalaman pondasi sebesar 2,2 m elevasi +277,45, lebar mercu pelimpah main dam didapatkan selebar 50 m, dengan debit (Q) rencana periode ulang 100 tahun sebesar 386,094 m³/dtk, tinggi sayap main dam sebesar 3,45 m dengan tinggi jagaan sebesar 0,8 m, konstruksi main dam adalah pasangan batu kali, elevasi puncak mercu pelimpah sub dam +281,65 dengan tinggi mercu sebesar 2 m dan kedalaman pondasi sebesar 1,5 m, tinggi sayap sub dam sebesar 2,9 m dengan tinggi jagaan sebesar 0,8 m, konstruksi sub dam berupa pasangan batu kali, dengan ketebalan sebesar 1 m, konstruksi lantai lindung berupa pasangan batu kosong. Maksud pembangunan check dam ini adalah untuk memperkecil kemiringan dasar sungai sehingga kecepatan air bisa menurun dan kapasitas angkut material dasar sungai dapat berkurang, akibatnya tingkat kecepatan sedimentasi di Banjir Kanal Barat dapat berkurang sehingga mengurangi biaya rutin pengerukan sedimen berkurang.

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

kata kunci : *erosi, sedimentasi, check dam*

ABSTRACT

West Flood Canal is one of the flood control infrastructure that was built to address the flooding problems in the city of Semarang. These functions must be kept in accordance with its function . Rehabilitation of the West Flood Canal has been done to increase the flow of flood carrying capacity is reduced due to sedimentation. This sedimentation caused by erosion upstream watershed Garang . Sediment Pengendalu bangunan check dam should be built in the upper reaches of the river to control the tilt base. The purpose of this study is to design a sediment control structures in order to reduce sedimentation in the river downstream of the cause sedimentation, reducing the capacity of the West Flood Canal and causing flood water could not be contained anymore, causing flooding. As well as the presence of the check dam is expected to address the scouts scour at the bridge, so that the pillars of the bridge can be protected. Hydrology analysis to calculate the flood discharge using a HEC - HMS software with synthetic unit hydrograph of the SCS (Soil Conservation Service) in a 100 -year return period. 100 -year flood discharge in the location of 386.9 m³/second. Analysis of erosion using the USLE (Universal Soil Losses Equation) obtained the value erosion of 1.85 mm/yr (32.01 tonnes/ha/yr). From the analysis of erosion sedimentation values obtained with the formula of suripin (2004) amounted to 2,677 t/h/yr. Location check dam to be built at the downstream bridge Scout, Pudak Umbrella, Semarang. With the results obtained hydrological analysis was conducted with the physical planning of check dams as follows : lighthouse spillway crest elevation of +283.65 checkerboard with an effective height of 4 m and a depth of 2.2 m elevation foundation +277.45, the width of the main spillway mercu obtained dam 50 m wide, with discharge (Q) plans a return period of 100 years at 386.094 m³/dtk, high wing checkerboard of 3.45 m with a height of 0.8 m surveillance , checkerboard construction is masonry times , peak elevation +281.65 dam spillway sub summit with summit height of 2 m and a depth of 1.5 m foundation , sub- high-wing dams with a height of 2.9 m by 0.8 m surveillance, construction of a masonry dam sub times, with thickness of 1 m , the construction of a masonry protection floor is empty. Purpose of this is the construction of check dams to reduce the slope of the river so that the water velocity can be decreased and the river bed material transport capacity can be reduced, consequently the rate of sedimentation in the West Flood Canal can be reduced, thereby reducing the cost of routine dredging of sediment is reduced

keywords: *erosion, sedimentation, check dam*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sering terjadinya banjir akibat semakin tingginya intensitas hujan serta berkurangnya debit yang mampu ditahan oleh saluran. Ini dikarenakan mengecilnya ukuran saluran Banjir Kanal Barat akibat adanya sedimentasi dan pengendapan sedimen yang terlalu cepat.

Perumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut masalah yang dihadapi yaitu pengendapan sedimen yang terlalu cepat. Adanya sedimentasi dikarenakan besarnya erosi yang terjadi. Ini disebabkan oleh kemiringan sungai yang tinggi dengan debit sungai yang besar sehingga kecepatan yang mengalir di alur sungai besar, ini dapat menghasilkan tingkat penggerusan yang besar terhadap dasar sungai bagian hulu yang menyebabkan adanya erosi dan terjadilah sedimentasi, seperti pengendapan sedimen yang ada di bagian hilir yaitu Banjir Kanal Barat.

Cara yang tepat untuk sedimentasi ialah dengan dibangunnya bangunan pengendali sedimen yaitu *check dam*. Dengan adanya checkdam tersebut tentu dapat menahan sedimen sehingga bisa terendap di bangunan *check dam*. Semakin banyak sedimen yang mengendap, kemiringan sungai menjadi lebih kecil dan tingkat ketinggian erosi dapat berkurang.

Maksud dan Tujuan

Maksud dari kajian ini adalah untuk mengurangi sedimentasi yang terjadi di Banjir Kanal Barat dengan merencanakan bangunan pengendali sedimen.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung curah hujan rata-rata harian maksimum, menghitung dispersi hujan, melakukan plotting data, penentuan jenis sebaran dan pengujian sebaran, menentukan curah hujan rencana dengan metode terpilih, dan menghitung debit banjir rencana, menghitung besarnya erosi tiap tahun serta menghitung sedimentasi tiap tahun dan nilai SDR nya dan selanjutnya menentukan dimensi yang tepat dari bangunan pengendali sedimen dan menganalisis penempatan *check dam – check dam* yang tepat.

Ruang Lingkup Permasalahan

Ruang lingkup permasalahan yang akan dibahas adalah meliputi perhitungan erosi yang dihitung menggunakan software GIS (*Geographic Information System*) dengan metode USLE (Universal Soil Loss Equation). Setelah besarnya erosi didapat, kemudian dibandingkan dengan batas erosi. Selain itu juga akan membahas tentang sedimentasi yang dialami oleh DAS Garang. Setelah didapatkan nilai erosi, sedimentasi dan debit rencana 100 tahun maka dilakukan perencanaan bangunan pengendali sedimen yaitu *check dam*. Dalam perencanaan *check dam* dilakukan berbagai analisa perhitungan dan pengecekan sebagai landasan bahwa bangunan tersebut aman dan kuat untuk digunakan.

Lokasi Studi

Lokasi studi bangunan pengendali sedimen terletak di Jalan Pramuka Kecamatan Pudang Payung, Kabupaten Ungaran. Lebih tepatnya lagi lokasi *check dam* berada di bagian hilir jembatan Pramuka pada posisi patok P.22 dari gambar pemetaan.

Check Dam ini masuk dalam Daerah Aliran Sungai (DAS) Garang yang memiliki luas 200,23 Km² dan berada di alur sungai utama yaitu Sungai Garang. DAS Garang ini

memiliki 4 stasiun hujan yang valid, yaitu Sta. Ungaran, Sta. Simongan, Sta. Sumur Jurang, Sta. Tugu.

METODOLOGI

Adapun metodologi dalam penelitian ini, antara lain:

1. Tahap survey lapangan
Untuk mengetahui aspek-aspek penting yang melatarbelakangi timbulnya gagasan perencanaan *check dam*. Aspek tersebut antara lain :
 - a. Laju sedimen yang tinggi pada dasar DAS akibat erosi pada DAS tersebut.
 - b. Kerusakan DAS akibat erosi berlebihan dan kurangnya daerah tangkapan air.
2. Metode Pengumpulan Data
Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari catatan yang sudah ada, dapat diperoleh dari instansi terkait, meliputi :
 - a. Peta situasi
 - b. Peta topografi
 - c. Data tanah
 - d. Data curah hujan pada DAS tersebut (Sta. Ungaran, Sta. Sumur jurang, Sta. Simongan, Sta. Tugu)
3. Analisis Data Hidrologi
Data-data hidrologi yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis guna menentukan debit aliran banjir rencana untuk perencanaan *Chek Dam* pengendali sedimen.
Langkah-langkah analisis hidrologi terdiri dari :
 - a. Perhitungan curah hujan rata-rata
Dari data hujan yang telah dikumpulkan diambil yang maksimum dari data tiap bulan tiap tahunnya. Dari masing-masing stasiun hujan dicari luasan daerah pengaruh stasiun hujan dengan metode *Thiessen*, dipilih metode ini dikarenakan ini merupakan metode yang paling cocok dengan memperhatikan wilayah DAS Garang bukan merupakan DAS dengan topografi yang rata.
 - b. Penentuan metode perhitungan curah hujan.
Dengan memperhatikan kondisi topografi dari DAS garang yang tidak rata, maka metode yang tepat adalah Metode *Thiessen*. Setelah didapatkan nilai curah hujan rata-rata harian maksimum, dilakukan perhitungan disperse dari data tersebut.
 - c. Perhitungan Dispersi:
Dari hasil perhitungan curah hujan daerah maksimum tahunan dengan metode *Thiessen* di atas perlu ditentukan kemungkinan terulangnya curah hujan maksimum harian guna menentukan debit banjir rencana.
Untuk penentuan curah hujan yang akan dipakai dalam menghitung besarnya debit banjir rencana berdasarkan analisa distribusi curah hujan awalnya dengan pengukuran dispersi dilanjutkan pengukuran dispersi dengan logaritma dan pengujian kecocokan sebaran.
Pada pengukuran dispersi tidak semua nilai dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya akan tetapi kemungkinan ada nilai yang lebih besar atau lebih kecil daripada nilai rata-ratanya. Besarnya derajat dari sebaran nilai disekitar nilai rata-ratanya disebut dengan variasi atau dispersi suatu data

sembarang variabel hidrologi. Beberapa macam cara untuk mengukur dispersi diantaranya :standar deviasi, koefisien skewness, koefisien kurtosis, dan koefisien variasi.

d. Analisis Sebaran

Analisis sebaran ada beberapa metode antara lain metode sebaran Normal, Log Pearson, Gumbel dan Log Normal. Dari masing-masing metode sebaran tersebut dianalisis hasil curah hujan rencananya lalu dilakukan plotting data dan pengujian sebaran.

e. Plotting Data

Plotting data pada kertas probabilitas dilakukan dengan cara mengurutkan data dari besar ke kecil atau sebaliknya. Ada 3 jenis kertas probabilitas yang kami gunakan yaitu kertas probabilitas Normal, Gumbel dan Log Normal. Penggambaran posisi (*plotting positions*) pada kertas probabilitas Normal dan Gumbel yang dipakai adalah cara yang dikembangkan oleh *Weibull dan Gumbel*. Dari ketiga hasil plotting ini, maka akan didapatkan simpangan terbesar dari masing-masing metode, dan juga dapat digunakan untuk menentukan, metode yang terpilih dalam perhitungan curah hujan rencana.

f. Perhitungan debit banjir rencana.

Untuk perhitungan debit banjir digunakan bantuan software HEC-HMS.

Perhitungan nilai erosi serta sedimentasi menggunakan bantuan software ArcView GIS 3.3.

4. Analisis Erosi dan Sedimentasi

a. Analisis Erosi

Analisis erosi menggunakan metode USLE (*Universal Soil Losses Equation*) dengan bantuan *software ArcView GIS 3.3*. Dari hasil running software tersebut didapatkan peta erosi serta luasan dari masing-masing tingkat erosi.

b. Analisis Sedimentasi

Nilai *Sediment Delivery Ratio* dapat dihitung dengan menggunakan rumus Boyce (1975) yaitu :

$$SDR = 0,41A^{-0,3}$$

dimana :

SDR = *SedimentDeliveryRatio*

A = LuasDas(km²)

Banyaknya sedimen yang masuk kedalam DAS Garang dapat dihitung dengan menggunakan rumus Suripin (1998) yaitu

$$SY = SDR \times Ea$$

dimana:

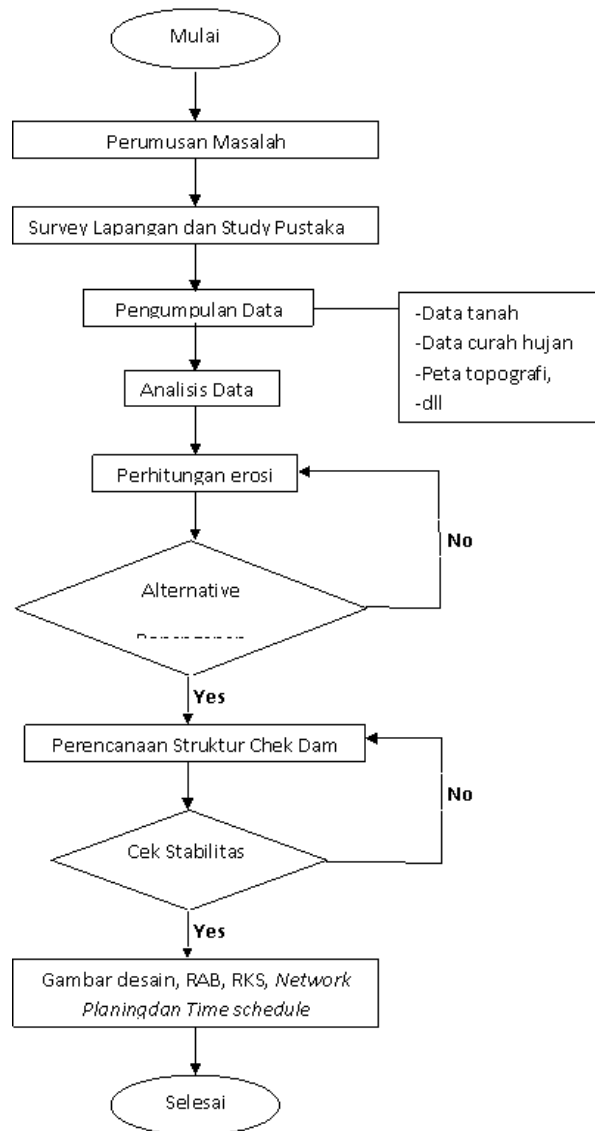
SY = AngkutanSedimen(ton/ha)

SDR = *SedimentDeliveryRatio*

Ea = ErosiLahan(ton/ha)

5. Perencanaan *Check dam* Pengendali Sedimen

Hasil yang didapat dari analisis hidrologi dan sedimentasi DAS Garang akan digunakan perencanaan konstruksi *Chek Dam* yang sesuai lingkungan sekitar.



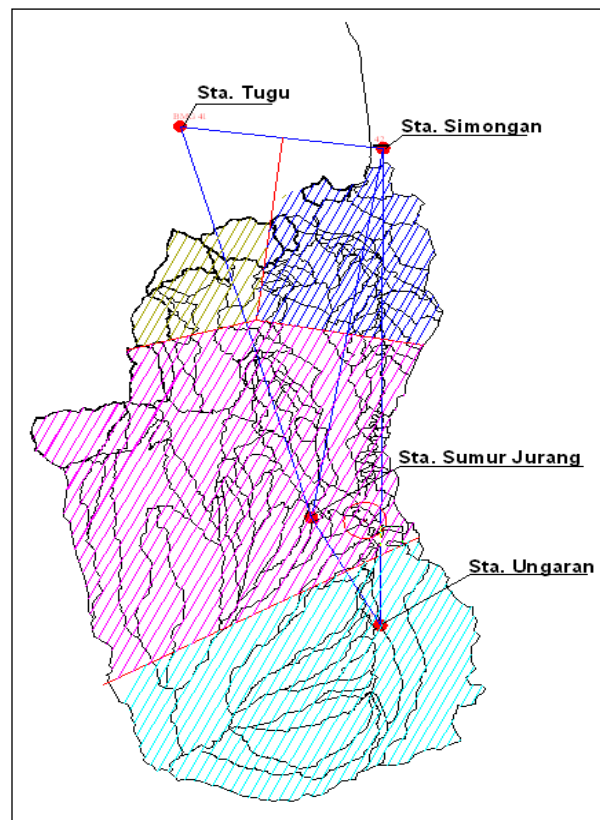
Gambar 1. *Flow Chart* Pelaksanaan Kajian

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisa Hidrologi

Dari data hujan yang didapat selama 21 tahun (1991-2011) dari 4 (empat) stasiun, antara lain sta. Ungaran, sta. Tugu, sta. Simongan, sta. Sumurjurang. Luas pengaruh dari masing-masing stasiun menggunakan polygon Thiessen. Hasil dari perhitungan tersebut adalah Sta. Simongan dengan Luasan SubDAS 30,33 Km² besar koefisien Thiessennya 0,1515. Sta SumurJuramg dengan luasan SubDAS 87,7Km² koefisien Thiessen 0,438. Sta Ungaran dengan luasan SubDAS 62,39Km² koefisien Thiessen 0,3116. Sedangkan Sts. Tugu dengan luasan SubDAS 19,8Km² memiliki koefisien Thiessen 0,0989. Dari hasil tersebut digunakan untuk menghitung rata-rata curah hujan harian maksimum dengan metode Thiessen. Dari hasil perhitungan curah hujan harian maksimum tersebut perlu ditentukan kemungkinan terulangnya curah hujan maksimum harian guna menentukan

debit rencana, yaitu dengan menghitung dispersi, menghitung dispersi logaritma dan menguji kecocokan sebaran. Perhitungan disperse dengan beberapa macam cara yaitu mencari standar deviasi (σ_x), koefisien skewness (Cs), koefisien Kurtosis (Ck) dan koefisien variasi (Cv). Sedangkan dai hasil uji sebaran dan plotting data didapatkan jenis distribusi yang mendekati adalah distribusi normal. Untuk dilakukan uji kecocokan sebaran menggunakan metode Chi-Kuadrat dan metode sebaran normal tersebut dapat diterima. Sedangka untuk perhitugan debit menggunakan bantuan software HEC-HMS, didapatkan besarnya debit pada periode ulang 2 tahun dengan hasil debit 132,9 m³/dt, periode ulang 5 tahun dengan hasil debit 217,2 m³/dt, periode ulang 10 tahun dengan hasil debit 265,6 m³/dt, hasil periode ulang 25 tahun dengan hasil debit 314,4 m³/dt, periode ulang 50 tahun dengan hasil debit 354,5 m³/dt, dan pada peiode ulang 100 tahun dengan hasil debit 387,9 m³/dt.



Gambar 2. Peta DAS Garang dan Stasiun Hujan

Tabel 1. Hasil Running debit dengan HEC-HMS

Periode Ulang (tahun)	Hasil Debit HEC-HMS
2	132.9
5	217.2
10	265.6
25	314.4
50	354.5
100	387.9

Sumber: hasil analisis

Dan untuk perencanaan konstruksi check dam ini menggunakan debit dalam periode ulang 100 tahun yaitu $387,9 \text{ m}^3/\text{dt}$.

Analisa Erosi

Analisis erosi menggunakan metode USLE (*Universal Soil Losses Equation*) dengan bantuan *software ArcView GIS 3.3*. Dari hasil running software tersebut didapatkan peta erosi serta luasan dari masing-masing tingkat erosi. Tingkat erosi sangat ringan (0 – 6,6 mm) seluas 8547 ha, ringan (6,25-62,5 mm) seluas 1014 ha, sedang (62,5 – 187,5 mm) seluas 1067 ha, berat (187,5 – 625 mm) seluas 221 ha, sangat berat (625-2500 mm) seluas 27 ha.

Tabel 2. Hasil Running Erosi dengan ArcView GIS 3.3

Keterangan	Luas tiap tingkat erosi lahan (ha)
sangat ringan	8547.00
ringan	10014.00
sedang	1067.00
berat	221.00
sangat berat	27.00

Sumber: hasil analisis

Dari hasil USLE tersebut didapatkan nilai rata-rata erosi yaitu 1,85 mm/th.

Analisis Sedimen Delivery Ratio (SDR)

Sudah diketahui luas Daerah Aliran Sungai (DAS) yaitu $200,23 \text{ Km}^2$. Sehingga didapatkan hasil SDR sebesar 0.0836 atau 8,36 %

Analisis Sedimen

Dari hasil analisis erosi yang didapat yaitu sebesar $32,01 \text{ ton/ha/tahun}$, maka angkutan Sedimen Total yang dihasilkan adalah sebesar 2.677 ton/ha/thn .

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari Tugas Akhir ini adalah :

1. DAS Garang merupakan daerah aliran sungai yang akan bermuara di Banjir Kanal Barat, hasil erosi dan sedimentasi yang tinggi di wilayah ini menyebabkan semakin dangkalnya saluran air di Banjir Kanal Barat, sehingga pembangunan *Check dam* di daerah aliran ini perlu untuk mengatasi erosi serta mengurangi sedimentasi.
2. Hasil debit banjir rencana dengan bantuan software HEC-HMS untuk periode ulang 100 tahun sebesar $386,9 \text{ m}^3/\text{dtk}$.

3. Nilai besarnya erosi pertahun menggunakan metode USLE (*Universal Soil Losses Equation*) sebesar 1.85 mm/th (32.01 ton/ha/th) dan menghasilkan sedimen yang masuk ke daerah aliran sebesar 2,677 ton/ha/th.
4. Sebagai langkah penanggulangan erosi dan sedimentasi di DAS Garang direncanakan bangunan *Check dam* yang berada di Desa Pramuka dengan perencanaan sebagai berikut :
 - *Check dam* dari pasangan batu kali
 - Tinggi efektif *maindam* 4 m
 - Lebar dasar pelimpah 51 m
 - Tinggi jagaan 0,8 m
 - Tinggi sayap 3,4 m
 - Tebal sayap dan pelimpah 1,5 m
 - Kemiringan *main dam*, hulu 1: 0,8, dan hilir 1:0.2
 - Tinggi *sub dam* 2,2 m
 - Tebal pondasi 2 m

SARAN

Saran yang bisa disampaikan dalam pelestarian DAS Garang terutama dalam masalah erosi dan sedimentasi antara lain :

1. Pembangunan *Check dam* merupakan langkah penunjang yang paling optimal dalam penanggulangan erosi dan sedimentasi di DAS Garang seiring dengan berjalannya langkah konservasi lahan, sehingga *Check dam* yang dibangun membutuhkan beberapa *Check dam* (seri).
2. Langkah konservasi lahan merupakan langkah jangka panjang yang efektif dalam penanggulangan masalah erosi dan sedimentasi di DAS Garang. Namun dalam pelaksanaannya terkendala masalah waktu dan kebutuhan warga sekitar akan pertanian. Untuk itu perlu adanya penyuluhan kepada warga sekitar akan pentingnya konservasi lahan.
3. Sebagian besar wilayah DAS Garang didominasi oleh tegalan dan kebun warga. Sehingga langkah yang paling tepat adalah manajemen penanaman serta reboisasi daerah belukar dengan menambah tumbuhan berakar tunggang dan besar untuk memperbaiki struktur tanah dalam kaitannya dengan pengurangan jumlah angka erosi lahan.
4. Perlunya peraturan pemerintah yang tegas dalam pengaturan penggunaan lahan sesuai penggunaan dan sanksi bagi yang melakukan pelanggaran

DAFTAR PUSTAKA

- , 1985. *Perencanaan Bangunan Pengendali Sedimen*. JICA.
- Asdak, Chay. 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Dinas Pekerjaan Umum. 1991. *Revisi SNI 03-2851-1991*. Jakarta
- Mardjiko, Pragnjono. 1987. *Transportasi Sedimen*. Yogyakarta.
- Suripin. 2004. *Konservasi Lahan*. Yogyakarta: Andi.