



PERENCANAAN BANGUNAN PENGENDALI SEDIMEN DAERAH ALIRAN SUNGAI KREO KOTA SEMARANG

Wahyu Dwi Wijayanto, Nurrahmat, Abdul Kadir^{*)}, Priyo Nugroho Parmantoro^{*)}

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

ABSTRAK

DAS Kreo merupakan bagian dari DAS Garang yang terletak di Kota Semarang dengan luas 61,059 km². Sungai Kreo merupakan salah satu penyumbang sedimentasi bagi Waduk Jatibarang, diperkirakan sebanyak 387,33 Ton/Ha/th sedimentasi yang masuk Waduk Jatibarang berasal dari sungai ini. Salah satu tindakan untuk masalah erosi dan sedimentasi di sungai adalah dengan membangun bangunan pengendali sedimen atau biasa disebut check dam. Dari perhitungan yang telah dilakukan check dam direncanakan memiliki fisik seperti sebagai berikut; elevasi puncak mercu pelimpah main dam pada elevasi +187,419 m dengan tinggi efektif sebesar 4 m dan kedalaman pondasi sebesar 2 m, lebar mercu pelimpah main dam didapatkan sebesar 45 m, dengan Q rencana periode ulang 100 tahun sebesar 216,475 m³/dtk, tinggi sayap main dam sebesar 3 m pada elevasi +190,419 m dengan tinggi jagaan sebesar 0,8 m, konstruksi main dam adalah pasangan batu kali, elevasi puncak mercu pelimpah sub dam pada +185,419 m dengan tinggi mercu sebesar 2 m dan kedalaman pondasi sebesar 2 m, tinggi jagaan sebesar 0,8 m, konstruksi sub dam berupa pasangan batu kali, elevasi lantai lindung pada elevasi +183,419 m dengan ketebalan sebesar 1 m, konstruksi berupa pasangan batu kosong.

kata kunci : *check dam sungai Kreo, DAS Kreo, waduk Jatibarang, Semarang*

ABSTRACT

Kreo River is the part of Garang River which located in Semarang City and the area of this river is 61,059 km². Kreo River is one of sedimentation contributor for Jatibarang Dam, an estimated 387,33 Ton/Ha/Years sedimentation which enter in Jatibarang Dam are come from this river. One of the solution for the sedimentation and erosion problem in river is by developing building controller sedimentation or similar called check dam. From the calculation, check dam planned to have physical like as follows : the peak elevation of spillway main dam in the elevation + 187,419 m with highly effective is 4 m and deepness of foundation is 2 m, wide of spillway main dam obtained 45 m, with Q plan return period 100 years to 216,475 m³/s, high of wings main dam is 3 m at elevation + 190,419 m with highly of surveillance is 0,8 m, main dam construction use rubble stone masonry, elevation of peak spillway sub at + 185,419 m with highly obtained 2 m and deepness foundation until 2 m, sub dam construction use rubble stone masonry, the elevation of

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

protection floor at +183,419 m with thickness until 1 m, the construction use rubble stone masonry.

keywords: *check dam Kreo river, Kreo Basin, Jatibarang dam, Semarang*

PENDAHULUAN

DAS Garang merupakan salah satu daerah aliran sungai yang ada di Kota Semarang. Keberadaan sungai tentunya sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia. Sungai mempunyai banyak manfaat bagi kehidupan manusia, tetapi pada masa sekarang terdapat banyak sekali permasalahan yang terjadi pada sungai, mulai dari sebagai tempat pembuangan limbah ataupun permasalahan klasik seperti pendangkalan akibat telalu banyaknya sedimentasi. Permasalahan di atas tentunya akan mengurangi fungsi dari sungai itu sendiri. Akibat yang sering diterima masyarakat Semarang dari masalah ini adalah seringnya banjir yang terjadi di daerah Semarang bawah. Untuk mengatasi hal itu, maka pemerintah berencana membangun Waduk Jatibarang. Mengingat permasalahan sedimentasi yang terjadi maka direncanakanlah pembangunan check dam di hulu sungai kreو untuk mencegah sedimentasi masuk menuju Waduk Jatibarang, agar nantinya Waduk Jatibarang dapat beroperasi secara maksimal.

MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud dari kajian tugas akhir ini adalah untuk mencegah sedimentasi menuju Waduk Mundingan dan Jatibarang sehingga kinerja kedua waduk tersebut dapat optimal.

Tujuan dari kajian tugas akhir ini adalah untuk menghitung curah hujan rencana, debit banjir rencana, menghitung besarnya sedimentasi yang terjadi, kemudian hasil akhirnya adalah untuk menghitung dan menentukan dimensi bangunan pengendali sedimen.

POKOK PERMASALAHAN

Kondisi topografi DAS Garang yang merupakan pegunungan mengakibatkan bahaya erosi dan sedimentasi yang besar. Disisi lain pemerintah berencana membangun Waduk Jatibarang dan Waduk Mundingan yang berada di hulu Sungai Kreو, tentunya dengan ancaman sedimentasi yang besar tersebut membuat kinerja dari Waduk Mundingan maupun Waduk Jatibarang tidak bekerja secara maksimal akibat sedimentasi yang tinggi. Salah satu cara untuk mengatasinya adalah dengan membangun *check dam* untuk mencegah sedimentasi di Sungai Kreو.

METODOLOGI

Survey Lapangan

Proses awal dari penulisan Tugas akhir ini adalah dimulai dengan survey ke lapangan untuk mengetahui permasalahan-permasalahan yang ada di lapangan. Setelah mengetahui permasalahan yang ada, selanjutnya dilakukan identifikasi masalah. Setelah semua masalah teridentifikasi kemudian dilakukan analisa atau perhitungan. Hasil dari perhitungan ini dijadikan acuan untuk merencanakan bangunan yang sesuai dengan

permasalahan di lapangan. Setelah survey lapangan selanjutnya dilakukan pengumpulan data yang nantinya akan digunakan untuk perhitungan analisis hidrologi untuk perhitungan curah hujan rencana dan perhitungan debit banjir rencana. Debit banjir rencana ini yang nantinya akan digunakan untuk perhitungan perencanaan struktur konstruksi *check dam*. Diagram alir rancangan kerja tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 2.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Penentuan Curah Hujan Rencana

Besarnya curah hujan maksimum harian rata-rata DAS Kreo dihitung dengan metode *Thiessen*, dengan luas DAS seluas 61,059 km² dan daerah pengaruh berdasarkan 3 stasiun, yaitu : Stasiun Simongan, Stasiun Sumur Jurang, Stasiun Mijen.

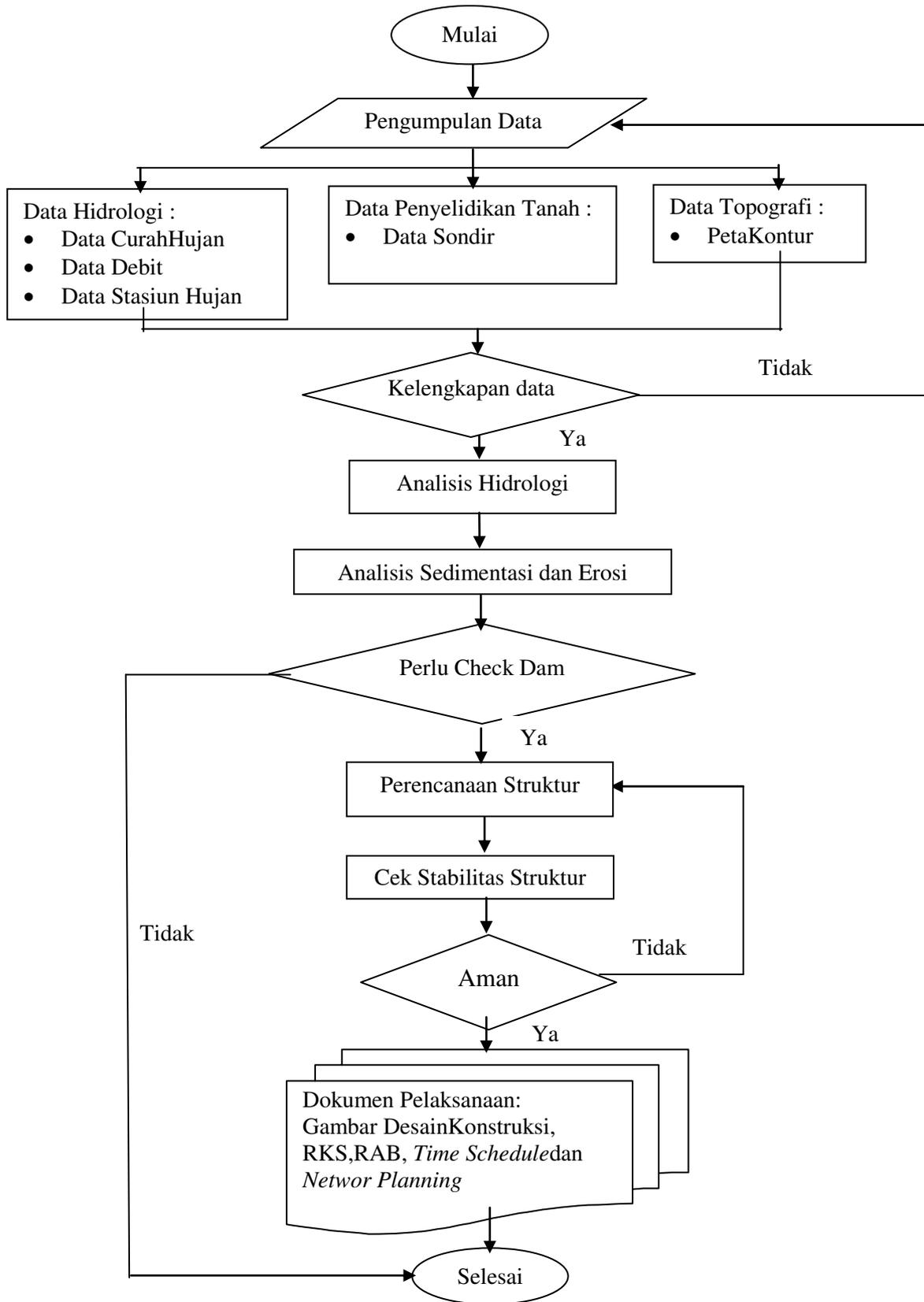


Gambar 1. Luas DAS Pengaruh 3 Stasiun Curah Hujan Sungai Kreo

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan untuk pemilihan jenis sebaran dengan syarat-syarat yang telah ditentukan, maka dipilih distribusi *Log Pearson III* sebagai metode terpilih untuk menentukan curah hujan rencana. Berikut adalah perhitungan curah hujan rencana metode *Log Pearson III*.

Tabel 1. Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi *Log Pearson Tipe III*

No	T (tahun)	Log Xrt (mm)	S	KT Log Normal	Log Xt (mm)	Xt (mm)
1	2	1.852	0.144	0.116	1.869	73.917
2	5	1.852	0.144	0.857	1.976	94.519
3	10	1.852	0.144	1.183	2.022	105.316
4	20	1.852	0.144	1.488	2.066	116.531
5	50	1.852	0.144	1.663	2.092	123.498
6	100	1.852	0.144	1.806	2.112	129.498
7	200	1.852	0.144	1.926	2.130	134.758
8	1000	1.852	0.144	2.150	2.162	145.155



Gambar 2. Diagram Alir Rancangan Kerja Tugas Akhir

Untuk pemilihan jenis sebaran, dapat juga ditentukan dengan software easy fit. Dari hasil pengujian melalui software easyfit didapat metode Log Pearson III sebagai metode terpilih dengan ranking rata-rata sebesar 1,5.

Perhitungan Debit Banjir Rencana

Untuk menghitung debit banjir rencana, digunakan 5 metode, yaitu : Metode *Haspers*, Metode Rasional, Metode Hidrograf Sintetik GAMA I, Metode Weduwen, dan Metode *Passing Capacity*. Hasil perhitungan dari metode di atas disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 2. Perhitungan Debit Banjir Rencana

Periode Ulang	Debit Q (m3/det)				<i>Passing Capacity</i>
	Rasional	Weduwen	Haspers	HSS Gamma I	
2	172.927	229.319	123.563	96.951	201.303
5	221.125	293.234	158.002	156.317	
10	246.383	326.730	176.050	187.429	
25	272.622	361.524	194.799	219.748	
50	288.919	383.136	206.444	239.822	
100	302.958	401.753	216.475	257.114	

Dari hasil perhitungan di atas, diambil debit banjir rencana sebesar 216,475 m³/det.

Analisis Sedimentasi

Untuk perhitungan analisis sedimentasi, digunakan Metode USLE, hasil perhitungan dari analisis sedimentasi adalah sebagai berikut :

- Faktor kemiringan lereng (LS)

$$LS = \left(\frac{L}{22}\right)^2 \times (0,00138 s^2 + 0,00965 s + 0,0138)$$

Dimana : *L* adalah panjang lereng (m)
s adalah kemiringan lereng (%)
- Pendugaan Laju Erosi Potensial (E_{pot})

$$E_{pot} = R \times K \times LS \times A$$

Dimana : E_{pot} = Erosi potensial (ton/tahun)
 LS = Faktor panjang dan kemiringan lereng
 R = Indeks erosivitas hujan
 A = Luas daerah aliran sungai (Ha)
 K = Erodibilitas tanah
- Pendugaan Laju Erosi Aktual (E_{akt})

$$E_{akt} = E_{pot} \times CP$$

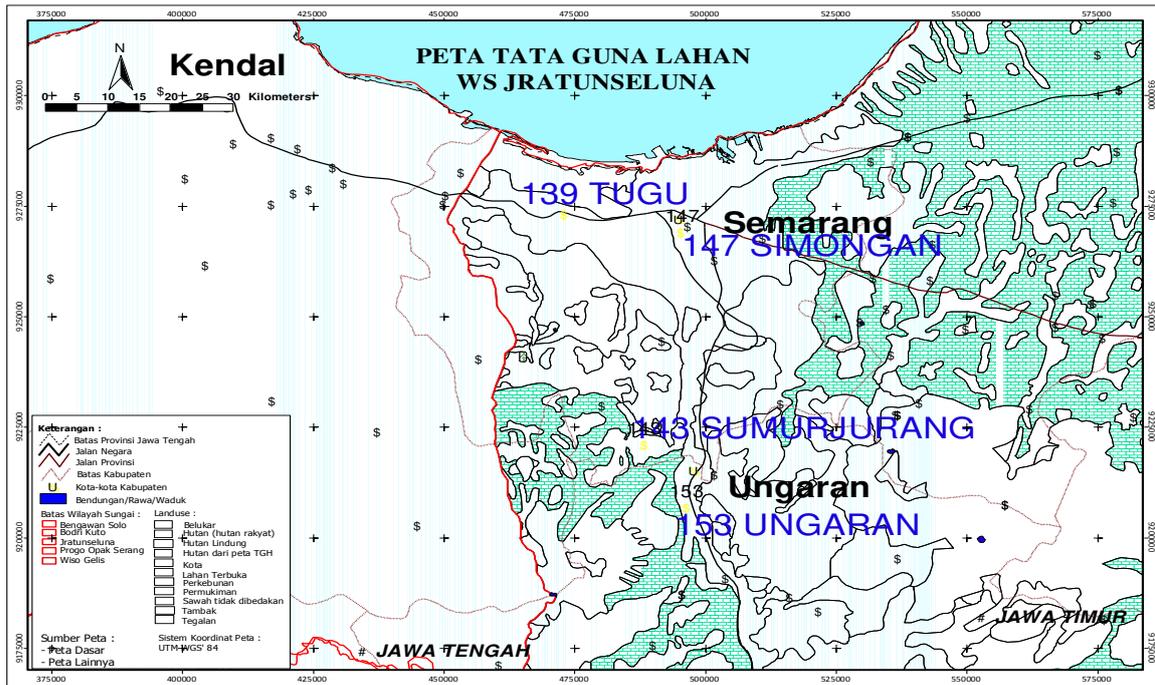
Dimana : E_{akt} = Erosi aktual di DAS (ton/ha/th)
 E_{pot} = Erosi potensial (ton/ha/th)
 CP = Faktor tanaman dan pengawetan tanah
- Pendugaan Laju Sedimentasi Potensial (S_{pot})

$$SDR = \frac{S(1 - 0,8683 \times A^{-0,2018})}{2(S + 50m)} + 0,08683 \times A^{-0,2018}$$

Dimana : SDR = Nisbah Pelepasan Sedimen, nilainya $0 < SDR < 1$
 A = Luas DAS (Ha)
 S = Kemiringan lereng rata-rata permukaan DAS dalam %
 n = Koefisien kekasaran Manning

$$S_{pot} = E_{akt} \times SDR$$

Dimana : SDR = *Sediment Delivery Ratio*
 S_{pot} = Sedimentasi potensial
 E_{akt} = Erosi aktual



Gambar 3. Peta tata guna lahan Wilayah Sungai Jeratunseluna

Dari hasil perhitungan USLE, di dapat :

$$R = 3824.47 \text{ KJ/ha/tahun}$$

$$K = 0,135$$

Dengan melihat peta tata guna lahan, didapat nilai faktor CP untuk DAS Garang sebesar 0,19.

Untuk hasil perhitungan sedimentasi metode USLE disajikan pada Tabel 3. Dan dari Tabel 3. didapat hasil laju sedimentasi sebesar : 387,33 ton/ha/tahun.

PERHITUNGAN KONSTRUKSI

Main Dam

Dari hasil perhitungan, diperoleh :

- Tinggi efektif main dam sebesar 4 m
- kedalaman podasi sebesar 2 m.
- Lebar peluap main dam sebesar 45 m.

- Lebar mercu pelimpah main dam didapatkan sebesar 2,5 m dengan Q rencana periode 100 tahun sebesar 216,475 m³/det
- Tinggi sayap main dam didapatkan sebesar 3 m dan tinggi jagaan sebesar 0,8 m.
- Konstruksi main dam berupa pasangan batu kali.
- Ketebalan Lantai lindung check dam sungai kreo sebesar 1 m.

Tabel 3. Hasil perhitungan metode USLE

No	Elevasi	Panjang Lereng (m)	Slope (%)	Luas (km ²)	(Ha)	LS	Erosi Potensial (ton/Ha)	CP	Erosi Aktual	SDR	Sedimentasi (ton/th)
1	1800-1900	508.9	19.650	0.035	3.5	2.293	9304.439	0.19	1767.843	0.664	1173.76
2	1700-1800	237.7	42.070	0.347	34.7	15.301	615503.2	0.19	116945.6	0.677	79166.14
3	1600-1700	181	55.249	0.284	28.4	30.228	995181.1	0.19	189084.4	0.680	128542.77
4	1500-1600	182.7	54.735	0.464	46.4	29.530	1588388	0.19	301793.7	0.680	205138.23
5	1400-1500	305.1	32.776	0.646	64.6	8.204	614384.2	0.19	116733	0.674	78632.40
6	1300-1400	305	32.787	0.909	90.9	8.211	865220.4	0.19	164391.9	0.674	110736.65
7	1200-1300	399	25.063	0.742	74.2	4.201	361395.2	0.19	68665.09	0.669	45942.39
8	1100-1200	399	25.063	1.13	113	4.201	550372.8	0.19	104570.8	0.669	69966.18
9	1000-1100	719.8	13.893	1.16	116	0.972	130683.7	0.19	24829.91	0.655	16253.70
10	900-1000	295.5	33.841	2.441	244.1	8.886	2514380	0.19	477732.3	0.674	322029.81
11	800-900	5678.5	1.761	2.787	278.7	0.019	6229.187	0.19	1183.546	0.535	632.63
12	700-800	894.8	11.176	4.344	434.4	0.570	286948.6	0.19	54520.23	0.647	35290.74
13	600-700	920	10.870	3.333	333.3	0.533	205755	0.19	39093.46	0.646	25265.17
14	500-600	888.8	11.251	4.931	493.1	0.579	331114.8	0.19	62911.81	0.648	40737.94
15	400-500	2163.2	4.623	5	500	0.075	43464.63	0.19	8258.28	0.604	4988.41
16	300-400	3070.7	3.257	6.124	612.4	0.039	27890.47	0.19	5299.189	0.581	3077.62
17	200-300	4367.3	2.290	15.586	1558.6	0.024	44022.88	0.19	8364.348	0.555	4640.41
18	100-200	8007.1	1.249	4.45	445	0.016	8316.368	0.19	1580.11	0.508	802.82
19	0-100	5936.7	1.684	5.857	585.7	0.019	12699.41	0.19	2412.887	0.531	1173017.76
				60.57	6057					2346035.53	
										Ton/Ha.th	387.33

Untuk perhitungan keamanan, didapat hasil sebagai berikut :

- Stabilitas terhadap geser :

$$\begin{aligned}
 FK \text{ Geser} &= \frac{f \cdot \sum V + \tau_0 \cdot b_2}{\sum H} \\
 &= \frac{0,5 \cdot 59,882 + 1,662 \cdot 9,7}{23,04} \\
 &= 1,99 > 1,2 \dots\dots\dots(\text{aman})
 \end{aligned}$$

- Stabilitas terhadap guling :

$$\begin{aligned}
 SF &= \frac{M_v}{M_h} \\
 &= \frac{204,015}{84,47616} \\
 &= 2,415 > 1,2 \dots\dots\dots(\text{aman})
 \end{aligned}$$

- Tegangan Dasar Pondasi

$$\begin{aligned}
 Qult &= C N_c + \gamma \times D \times N_q + (0,5 \times \gamma \times b_2 \times N_\gamma) \\
 &= (0,3 \times 40) + (1,2 \times 2 \times 26) + (0,5 \times 1,2 \times 9,7 \times 23) \\
 &= 208,26 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

$$q_{\text{aman}} = \frac{q_{\text{ult}}}{SF}$$

$$q_{\text{aman}} = \frac{208,26}{3}$$

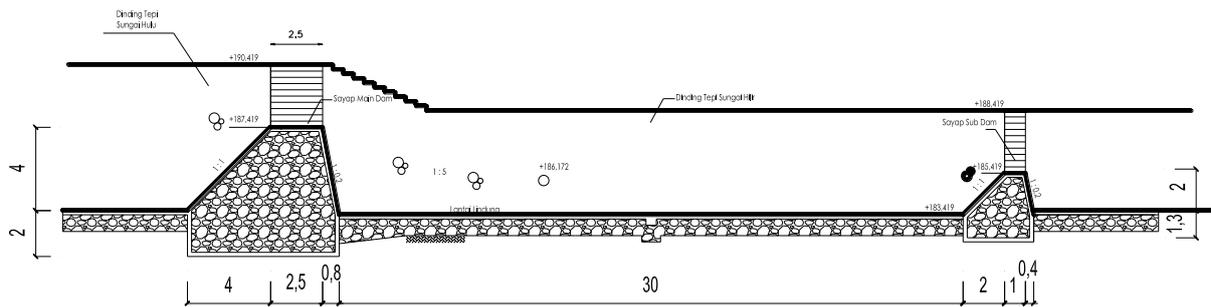
$$= 69,42 \text{ t/m}^2$$

Tegangan yang timbul pada dasar pondasi *main dam* :

$$\sigma_1 = 10,854 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_2 = 1,493 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_1, \sigma_2 < 69,42 \text{ t/m}^2 \text{ (Aman)}$$



Gambar 4. Sketsa check dam

Rencana Anggaran Biaya

Untuk rencana anggaran biaya, yang digunakan adalah sistem kontrak kerja *unit price*, dengan nilai kontrak sebesar Rp 8.034.500.000,00. Jadwal waktu pelaksanaan sesuai *Network Planning* selama 23 minggu.

KESIMPULAN

1. Perencanaan dam pengendali sedimen DAS kreo menggunakan data curah hujan dari 3 stasiun hujan yaitu Stasiun Simongan, Stasiun Mijen, Stasiun Sumur Jurang.
2. Fisik dari bangunan check dam Sungai Kreo :
 - Dari hasil perhitungan diperoleh tinggi efektif main dam sebesar 4 m dan kedalaman podasi sebesar 2 m.
 - Lebar mercu main dam sebesar 45 m.
 - Lebar mercu pelimpah main dam didapatkan sebesar 2,5 m dengan Q rencana periode 100 tahun sebesar 216,475 m³/det
 - Tinggi sayap main dam didapatkan sebesar 3 m dan tinggi jagaan sebesar 0,8 m.
 - Konstruksi main dam berupa pasangan batu kali.
 - Ketebalan Lantai lindung check dam sungai kreo sebesar 1 m.
3. Pembangunan check dam Sungai Kreo direncanakan untuk mengurangi hasil erosi dan sedimentasi dari hulu das Kreo masuk ke dalam Waduk Jatibarang.
4. Dari hasil perhitungan didapat tebal erosi 387,33 Ton/Ha/th.

SARAN

1. Untuk mendapat perhitungan desain yang benar-benar akurat, maka pemakaian metode perhitungan harus benar-benar tepat dengan kondisi yang ada. Disamping itu data-data yang digunakan dalam perhitungan juga haruslah dianalisis secara teliti dengan menggunakan berbagai macam teori yang ada.
2. Supaya kinerja check dam dapat bekerja secara maksimal maka perlu perawatan secara berkala seperti pengerukan sedimentasi tiap tahun.
3. Pengendalian sedimentasi dengan pembangunan check dam kurang efektif apabila hanya dibangun di satu tempat saja. Diperlukan pembangunan beberapa check dam di sungai tersebut dan cabang-cabang sungai agar semakin optimal dalam mengurangi hasil sedimentasi yang masuk ke dalam Waduk Jatibarang.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, Chay, 2007. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Revisi Standar Nasional Indonesia 03-2851-1991, *Tata Cara Perencanaan Teknik Bendung Penahan Sedimen*
- Soemarto, C. D., 1995. *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional, Surabaya.
- Suripin, 2004. *Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Suripin, 2010. *Modul Ajar Bangunan Air*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Undip, Semarang.
- Tim SDA, 2002. *Planning of Sabo, Sediment Management*. Penerbit PU, Yogyakarta.
- Tim SDA, 2009. *Kriteria Perencanaan 06 Bagian Parameter Bangunan*. Penerbit PU, Jakarta.
- Tim SDA, 2010. *Kriteria Perencanaan 03 Bagian Saluran*. Penerbit PU, Jakarta.
- Tim SDA, -----. *Pedoman Penyusunan Spesifikasi Teknis*. Penerbit PU, -----.
- Triatmodjo, Bambang, 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.