

Tabel 1. PERENCANAAN PERBAIKAN SUNGAI PEDES RUAS P14-P40, BREBES

Agung Wasono, Yuli Kurnia Sari, Pranoto Samto Atmodjo ^{*)}, Sri Sangkawati ^{*)}

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

ABSTRAK

Sungai Pedes mempunyai bentuk tebing yang sangat curam, kondisi ini sangat mudah mengalami longsor apabila pada bagian bawah tebing mengalami gerusan/erosi. Sungai Pedes yang masih aktif bermeander juga menyebabkan adanya perubahan alur sungai dari tahun ke tahun. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi gerusan di sepanjang alur Sungai Pedes. Untuk menanggulangi terjadinya gerusan terutama pada Sungai Pedes ruas P14-P40, maka perlu direncanakan perbaikan sungai. Analisis hidrologi dengan menggunakan software HEC-HMS didapatkan debit rencana $Q_{20th} = 274,6 \text{ m}^3/\text{det}$. Analisis hidrolika menggunakan software HEC-RAS didapatkan kedalaman air 2,2 m. Berdasarkan kemiringan dasar sebesar 0,0127 dan kedalaman air 2,2 m, didapatkan kecepatan kritis sebesar 0,532 m/det melebihi kecepatan kritis yang diijinkan 0,018 m/det. Untuk mengurangi kecepatan kritis perlu dilakukan pengurangan kemiringan dasar, didapat nilai kemiringan rencana sebesar 0,000014 dan diperoleh hasil bahwa Sungai Pedes ruas P14-P40 tidak terjadi gerusan, namun pada Sta Hu 0+25 – Hi 0+25 masih terjadi gerusan. Untuk menanggulangi gerusan yang terjadi, direncanakan bangunan berupa check dam 1 pada Sta Hu 0+50 dengan tinggi 3,6 m, check dam 2 pada Sta Hi 4 dengan tinggi 5,2 m dan bronjong pada Sta Hu 0+25 – Hi 0+25 dengan tinggi 5 m. Perencanaan teknis keseluruhan direncanakan sebesar Rp. 9.491.000.000,00 dengan durasi pekerjaan 49 minggu.

Kata kunci: Gerusan, Kemiringan dasar, Kecepatan kritis, Check dam.

ABSTRACT

Pedes River has the shape of a very steep cliff, this condition is highly susceptible to landslides when the bottom of the cliff occurs scouring/erosion. Pedes river that still actively meandering caused the changes the river flow from year to year. To prevent the scouring especially on the section P14-P40, then the river is planned to be improved. Hydrological analysis using HEC-HMS software to get a discharge plan $Q_{20th} = 274.6 \text{ m}^3/\text{s}$. Hydraulics analysis using HEC-RAS software obtained depth of water of 2,2 m. Based on the basic slope of 0.0127 and the depth of water of 2.2 m, obtained that the critical velocity of 0,532 m/s exceed the critical velocity that permits of 0,018 m/s. To reduce the critical velocity, necessary to reduce the riverbed slope, obtained the planning slope of 0,000014 and obtained that Pedes River section P14-P40 does not occur scouring, but at Sta Hu 0 + 25 - Hi 0 + 25 is still scouring. To prevent the scouring that happens, planned the building in the form of check dam 1 at Sta Hu 0 + 50 with a height of 3.6 m, check dam 2 at Sta Hi 4 with a height of 5.2 m and gabion at Sta Hu 0 + 25 - Hi 0 + 25 with a height of 5 m. Overall technical planning with an estimated value of construction costs Rp. 9,491,000,000.00 with the duration of work for 49 weeks.

Keywords: Scouring, Riverbed slope, Critical velocity, Check dam.

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

PENDAHULUAN

Sungai memiliki bentuk dan ukuran berbeda yang dipengaruhi oleh sifat dinamis sungai dan lingkungannya. Setiap sungai memiliki karakteristik nya masing – masing. Sungai Pedes merupakan sungai yang berkelok-kelok yang disebut meander dan merupakan salah satu anak sungai dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Pemali. Sungai Pedes memiliki panjang $\pm 29,175$ km dan DAS seluas $46,556$ km². Secara administratif Sungai Pedes berada di Kabupaten Brebes yang membentang dari lereng Gunung Slamet (Kec. Sirampog) dan berakhir dipertemuan dengan Sungai Glagah di Desa Kutamendala.

Secara umum, kondisi topografi di sekitar wilayah Sungai Pedes merupakan daerah dataran tinggi dan dataran rendah. Bagian hulu Sungai Pedes yang berada di Kecamatan Sirampog merupakan lereng Gunung Slamet dengan puncak ketinggian $\pm 618,0$ m dpl, daerah tengah merupakan daerah perbukitan dengan elevasi rata-rata ± 100 s/d 150 m dpl sedangkan di hilir merupakan daerah dataran dengan elevasi ± 28 s/d 60 m dpl.

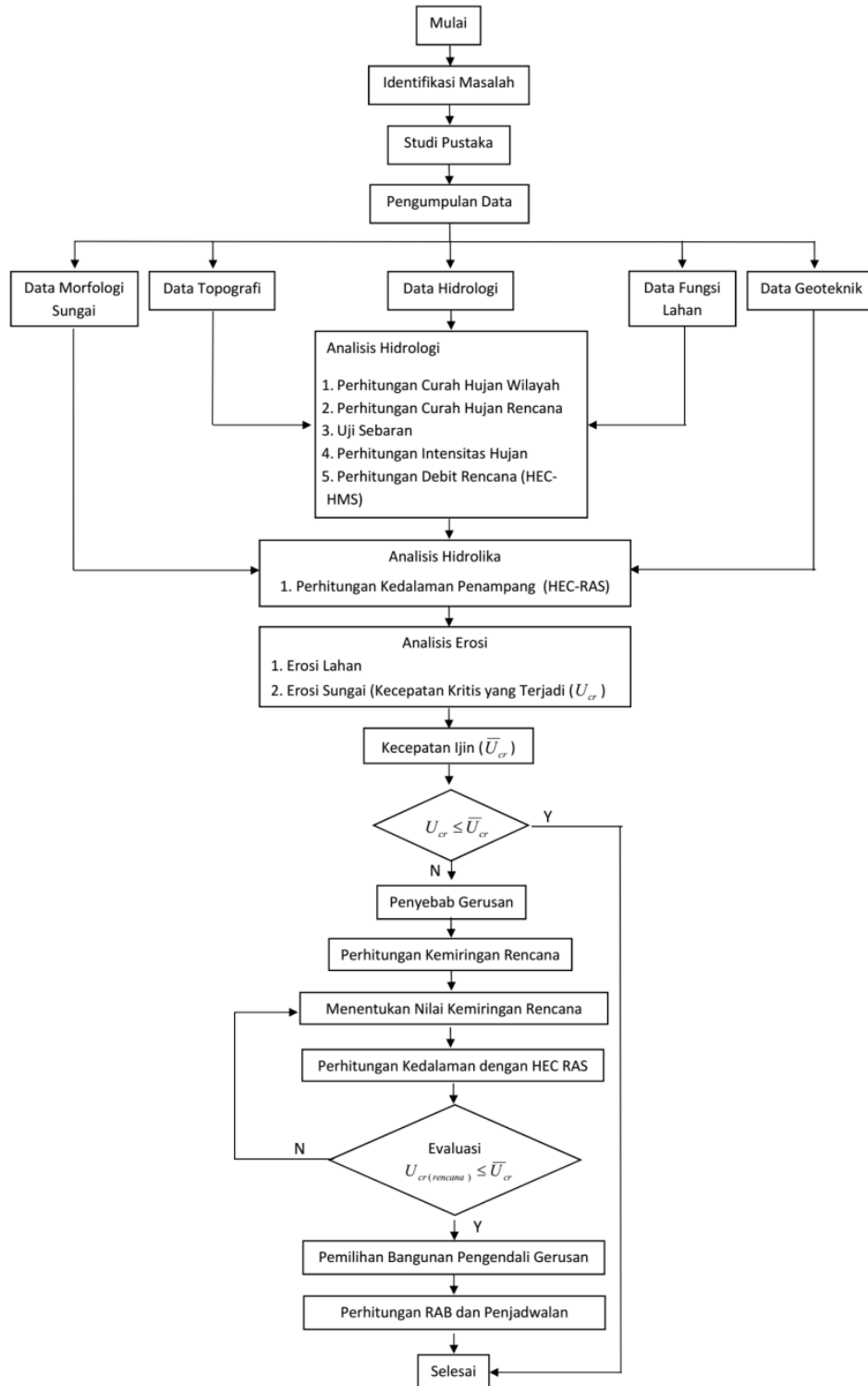
Sungai Pedes mempunyai bentuk tebing yang sangat curam, kondisi ini sangat mudah mengalami longsor apabila pada bagian bawah tebing mengalami erosi. Selain bentuk tebing sungai yang curam, Sungai Pedes masih aktif bermeander. Bentuk alur Sungai Pedes yang masih aktif bermeander menyebabkan adanya perubahan dari tahun ke tahun.

Selain bentuk dan alur sungai, kondisi kemiringan dasar sungai juga turut mempengaruhi longsor pada tebing sungai. Kondisi kemiringan dasar sungai yang curam membuat kecepatan aliran sungai bertambah, dimana kecepatan aliran ini mempercepat erosi yang terjadi pada dasar tebing sungai. Kondisi ini diperparah dengan adanya pengambilan material secara ilegal. Pengambilan material pasir dan batu (galian C) yang ada pada sungai membuat kemiringan dasar sungai semakin curam. Sehingga, akibat dari proses ini adalah kemiringan dasar Sungai Pedes pun menjadi curam.

Dalam pengamatan, kondisi tebing di Sungai Pedes di bagian tikungan sungai sepanjang ruas P14-P40 kondisi tebingnya berpotensi mengalami longsor. Oleh karena itu, di beberapa ruas direncanakan untuk dibuat bangunan air dan bangunan pengaman tebing guna mencegah terjadinya erosi dan gerusan tebing sungai. Rencana pembuatan bangunan air dan bangunan pengaman tebing ini juga perlu dievaluasi untuk mengetahui bangunan air dan bangunan pengaman tebing ini nantinya dapat berfungsi optimal dalam mengamankan sungai dari gerusan dan longsor atau tidak.

METODE PERENCANAAN

Metode perencanaan yang dilakukan disajikan di dalam bagan alir pada Gambar 1. Data yang digunakan dalam perencanaan perbaikan Sungai Pedes ruas P14-P40 yaitu data morfologi sungai, data topografi, data hidrologi, data fungsi lahan, dan data geoteknik. Data tersebut digunakan untuk analisis hidrologi, analisis hidrolika, dan analisis erosi. Analisis hidrologi dilakukan menggunakan *software* HEC-HMS, analisis hidrolika dilakukan menggunakan *software* HEC-RAS, dan analisis erosi dilakukan dengan membandingkan kecepatan kritis yang terjadi (U_{cr}) dengan kecepatan kritis yang diijinkan (\bar{U}_{cr}) yaitu evaluasi $U_{cr,rencana} \leq \bar{U}_{cr}$.



Gambar 1. Bagan Alir Metode Perencanaan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daerah Aliran Sungai (DAS)

Penetapan DAS pada lokasi dilakukan berdasar pada peta rupa bumi. Jumlah stasiun yang masuk di lokasi DAS Pedes berjumlah tiga buah yaitu Stasiun Bumijawa, Stasiun Tonjong,

dan Stasiun Bumiayu. Besarnya pengaruh luas ditentukan menggunakan metode *Thiessen*. Hasil dari perhitungan pengaruh luas ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 2. Pengaruh Luas Stasiun Hujan Terhadap DAS.

No	Nama Stasiun	Luas DAS (km ²)	Pengaruh Luas
1	Bumijawa	34,404	0,739
2	Tonjong	9,485	0,204
3	Bumiayu	2,676	0,057
	Luas Total	46,565	1,000

Curah Hujan Wilayah

Data curah hujan harian maksimum yang digunakan dalam analisis ini bersumber dari periode pencatatan 2003-2015. Besarnya curah hujan maksimum harian rata-rata DAS Pedes dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 3. Curah Hujan Rata-rata Maksimum

Tahun	Nama Stasiun			Curah Hujan Rata-rata Maksimum
	Stasiun Tonjong	Stasiun Bumiayu	Stasiun Bumijawa	
2003	33	134	134	134
2004	47	48	130	130
2005	50	16	96	96
2006	64	82	92	92
2007	46	59	124	124
2008	31	24	109	109
2009	69	83	144	144
2010	76	21	114	114
2011	24	73	85	85
2012	22	54	94	94
2013	28	53	144	144
2014	87	78	134	134
2015	21	6	119	119

Curah Hujan Rencana

Perhitungan curah hujan rencana dilakukan dengan menggunakan parameter statistik. Berdasarkan perhitungan parameter statistik, kemungkinan data yang ada mengikuti distribusi Normal, Log Normal dan Log Pearson III. Maka, untuk lebih meyakinkan dilakukan penggambaran pada kertas probabilitas dan diuji dengan metode *chi-kuadrat* dan *Smirnov-Kolmogorov*. Distribusi yang didapatkan yaitu distribusi Log Normal. Hasil dari perhitungan curah hujan rencana dengan metode Log Normal ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 4. Curah Hujan Rencana dengan Metode Log Normal

Periode Ulang (Tahun)	2	5	10	20	50	100
Koefisien	0,000	0,84	1,28	1,71	2,05	2,33
Y=Log RT	2,05	2,12	2,16	2,20	2,23	2,25
RT (mm)	112,20	131,83	144,54	158,49	169,82	177,83

Intensitas Curah Hujan

Perhitungan intensitas curah hujan menggunakan metode Dr. Mononobe dengan kala ulang 20 tahun. Hasil perhitungan intensitas curah hujan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 5. Perhitungan Intensitas Curah Hujan Kala Ulang 20 Tahun

t (jam)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
R ₂₀	53,7	33,8	25,83	21,3	18,3	16,2	14,6	13,4	12,4	11,5	10,8	10,2
t (jam)	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
R ₂₀	9,7	9,2	8,8	8,4	8,1	7,8	7,5	7,2	7,0	6,8	6,6	6,4

Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana dihitung dengan menggunakan *software* HEC-HMS dan didapat debit banjir rencana dengan kala ulang 20 tahun $Q_{20} = 274,6 \text{ m}^3/\text{det}$.

Kedalaman Alur Sungai

Debit banjir $Q_{20} = 274,6 \text{ m}^3/\text{det}$ yang telah didapat kemudian digunakan untuk menghitung kedalaman alur sungai menggunakan *software* HEC-RAS dan didapat kedalaman rata-rata 2,2 m.

Analisis Erosi

Erosi lahan dihitung dengan menggunakan metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*). Berikut merupakan hasil perhitungannya :

$$\begin{aligned}
 E_a &= R \times K \times Ls \times C \times P \\
 E_a &= 3.602,654 \times 0,34 \times 5,49 \times 0,424 \times 0,529 \\
 &= 1.508,33 \text{ ton/ha/tahun} = 150,833 \text{ kg/m}^2/\text{tahun}
 \end{aligned}$$

Besar erosi maksimal yang diijinkan adalah $1,5 \text{ kg/m}^2/\text{tahun}$, sedangkan pada hasil perhitungan diperoleh erosi lahan yang terjadi $150,833 \text{ kg/m}^2/\text{tahun}$. Maka, besar erosi lahan yang terjadi melebihi dari erosi lahan yang diijinkan.

Untuk menentukan erosi sungai, dilakukan analisis kemiringan dasar dan didapat kemiringan dasar sebesar 0,0127 m. Kemudian, dilakukan penentuan besar butiran tanah D50 dari grafik *grain size* yaitu 0,018 mm. Besar butiran tanah digunakan untuk menentukan kecepatan kritis yang diijinkan (\bar{U}_{cr}) dengan menggunakan grafik Shield dan didapatkan hasil 0,018 m/det. Untuk menghitung kecepatan kritis yang terjadi (U_{cr}) digunakan rumus $U_{cr} = \sqrt{g \cdot h \cdot I}$ dan diperoleh hasil sebesar 0,523 m/det. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan bahwa kecepatan kritis yang terjadi melebihi kecepatan kritis yang diijinkan.

Penyebab Gerusan

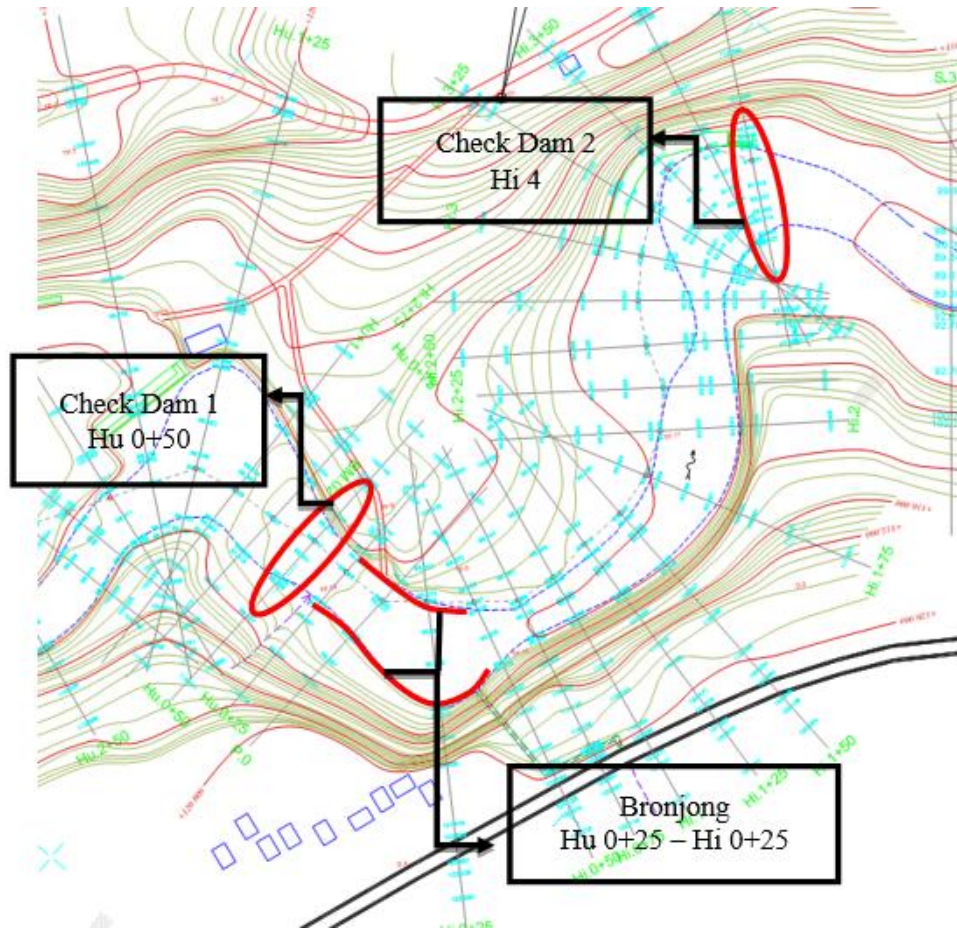
Berdasarkan analisis erosi, yaitu erosi lahan yang terjadi melebihi erosi lahan yang diijinkan dan analisis erosi sungai yaitu kecepatan kritis yang terjadi sebesar 0,523

melebihi kecepatan kritis yang diijinkan sebesar 0,018, menunjukkan bahwa Sungai Pedes ruas P14-P40 mengalami gerusan. Selain itu, gerusan yang terjadi di Sungai Pedes juga dapat dilihat melalui analisis morfologi yaitu dengan adanya perubahan alur sungai dari tahun ke tahun.

Bangunan Perbaikan Sungai

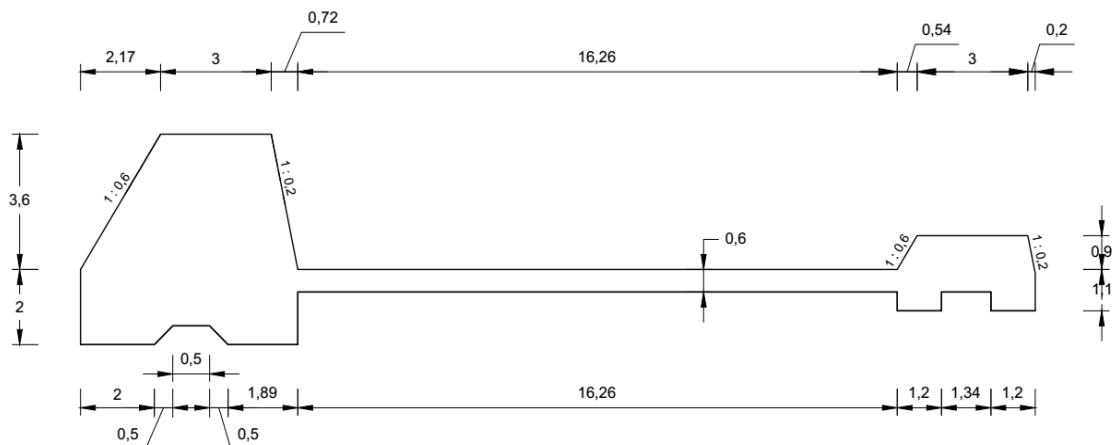
Untuk menanggulangi gerusan sungai yang terjadi pada Sungai Pedes ruas P14-P40, dilakukan perencanaan perbaikan sungai agar besarnya nilai kecepatan kritis yang terjadi kurang atau sama dengan kecepatan kritis ijin. Salah satu yang bisa dilakukan adalah dengan membuat kemiringan dasar (I) yang sesuai, yaitu didapatkan kemiringan rencana ($I_{rencana}$) sebesar 0,000014. Dengan membandingkan kemiringan dasar 0,0127 dan kemiringan rencana 0,000014, diperoleh perbedaan elevasi di hilir sungai antara Sta Hu 2+50 - Sta Hi 4 sebesar 8,8 m, sehingga direncanakan untuk membuat bangunan yang dapat mengurangi kecuraman kemiringan dasar sungai yaitu *check dam*. Kemiringan rencana sebesar 0,000014 kemudian digunakan untuk menghitung kembali kedalaman alur sungai menggunakan *software* HEC-RAS dan didapat kedalaman rata-rata alur sungai sebesar 1,7 m. Untuk mengetahui kemiringan yang direncanakan aman atau tidak, maka dilakukan evaluasi $U_{cr,rencana} \leq \bar{U}_{cr}$. Dari perhitungan tersebut, diperoleh $U_{cr,rencana} = 0,015$ kurang dari $\bar{U}_{cr} = 0,018$ sehingga dapat disimpulkan bahwa Sungai Pedes ruas P14-P40 tidak terjadi gerusan, namun pada Sta Hu 0+25 – Hi 0+25 masih terjadi gerusan. Oleh karena itu, selain menggunakan *check dam*, untuk menanggulangi gerusan yang masih terjadi pada Sta Hu 0+25 – Hi 0+25 digunakan bangunan pengaman berupa bronjong.

Dalam perencanaan ini, digunakan dua *check dam* dengan alasan agar dimensi *check dam* menjadi lebih efisien. *Check dam* 1 direncanakan berada pada Sta Hu 0+50, *check dam* 2 pada Sta Hi 4 dan pengaman gerusan pada tebing sungai berupa bronjong berada pada Sta Hu 0+25 - Sta Hi 0+25. Lokasi perencanaan bangunan dapat dilihat pada Gambar 2.

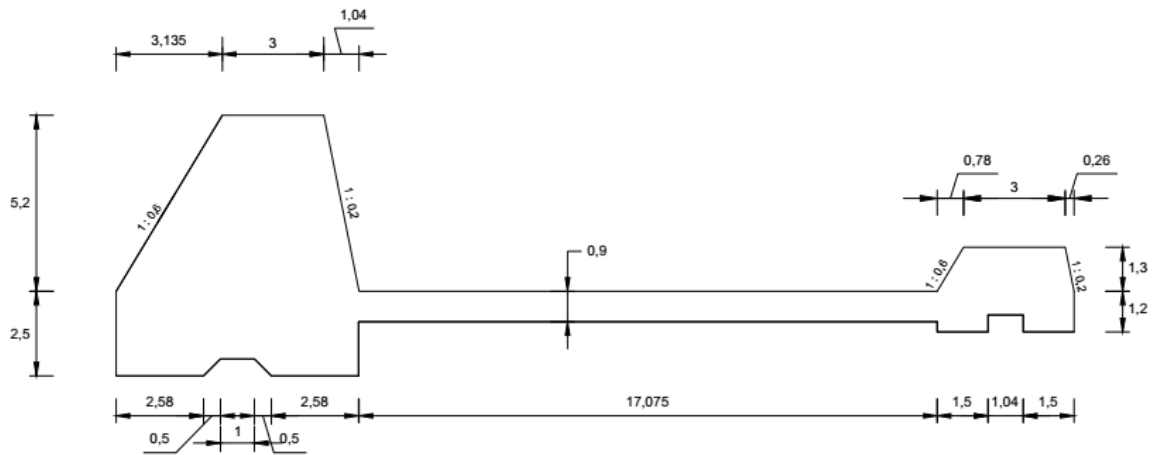


Gambar 2. Lokasi Perencanaan

Disain *check dam* 1 dan *check dam* 2 dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4. *Check dam* 1 yang didesain memiliki lebar *check dam* 60 m, tinggi efektif *main dam* 3,6 m, panjang kolam olak 20 m, tinggi *sub dam* 0,9 m, lebar peluap untuk *main dam* dan *sub dam* 3 m, lebar sayap *main dam* dan *sub dam* 3 m, tinggi sayap *main dam* dan *sub dam* 3,4 m. *Check dam* 2 yang didesain memiliki lebar *check dam* 60 m, tinggi efektif *main dam* 5,2 m, panjang kolam olak 22 m, tinggi *sub dam* 1,3 m, lebar peluap untuk *main dam* dan *sub dam* 3 m, lebar sayap *main dam* dan *sub dam* 3 m, tinggi sayap *main dam* dan *sub dam* 3,4 m. Bronjong didisain memiliki tinggi 5 m dengan dimensi bronjong 2x1x1 m dan diameter batuan bronjong 0,3 m.



Gambar 3. Disain Check Dam 1



Gambar 4. Disain Check Dam 2

Rencana anggaran biaya perbaikan Sungai Pedes ruas P14-P40 dengan bangunan berupa *check dam* dan bronjong yaitu sebesar Rp. 9.491.000.000,00 (sembilan milyar empat ratus sembilan puluh satu juta rupiah) dengan durasi pekerjaan selama 49 minggu.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, gerusan yang terjadi pada Sungai Pedes ruas P14-P40 diakibatkan kedalaman penampang sungai dan kemiringan yang terlalu besar sehingga kecepatan kritis yang terjadi melebihi kecepatan kritis yang diijinkan. Dalam perencanaan ini dipilih bangunan pengaman gerusan berupa *check dam* yaitu pada Sta Hu 0+50 dan Sta Hi 4 serta penambahan bangunan pengaman tebing berupa bronjong pada Sta Hu 0+25 - Hi 0+25 untuk menangani gerusan yang terjadi dengan rencana anggaran biaya yang diperlukan yaitu sebesar Rp. 9.491.000.000,00 (sembilan milyar empat ratus sembilan puluh satu juta rupiah).

SARAN

Dari hasil dan pembahasan, ada beberapa saran yang disampaikan sebagai berikut :

1. Dilakukan pengawasan dan pengaturan pengambilan material yang terjadi di sepanjang sungai yang akan menyebabkan dasar sungai semakin curam. Hal ini menyebabkan aliran air semakin kencang pada saat banjir. Diperlukan juga untuk melakukan zonasi (dimana daerah yang boleh dilakukan penambangan dan dimana yang tidak boleh dilakukan penambangan).
2. Dilakukan *model test* untuk mengetahui keefektifan bangunan pengaman gerusan yang telah direncanakan.

DAFTAR PUSTAKA

Afifah, 2013. *Tenaga Eksogen #1*, <https://tenagaeksogen01.wordpress.com>, 05/08/2016.

- Akbar, Joni, 2011. *Jenis-Jenis Erosi Oleh Air*, <https://mukegile08.wordpress.com>, 14/06/2016.
- Arsyad, Sitanala, 2010. *Konservasi Tanah dan Air*, IPB Press, Bogor.
- Asdak, Chay, 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Belajar IPS, 2012. *Tenaga Eksogen*, <http://ips-abi.blogspot.co.id>, 05/08/2016.
- Dongeng Geologi, 2014. *Selokan Alamiah di Desa Sukodono, Jepara*, <https://rovicky.wordpress.com>, 29/08/2016.
- Edhisono, Sutarto dkk, 2004. *Diktat Kuliah Bangunan Air*, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Fiansyauqi, 2012. *Krib (Bangunan Pengatur Sungai)*, <https://civilersc09.wordpress.com/2012/12/08/krib-bangunan-pengatur-sungai/>, 29/08/2016.
- JICA, 2007. *Design of Sabo Dam*, VSTC, Jepang.
- Kamiana, I Made, 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Loebis, Joesron, 1987. *Banjir Rencana untuk Bangunan Air*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Bandung.
- Media Swara Indonesia, 2010. *ASWD : Desak BBWS VI Jambi Segera Memperbaiki Bantaran Sungai Batanghari Akibat Erosi*, <http://mediaswaraindonesia.blogspot.co.id>, 29/08/2016.
- Pd T-12-2004-A, 2004. *Perencanaan Teknis Bendung Pengendali Dasar Sungai*, Departemen Pemukiman Dan Prasarana Wilayah, Bandung.
- Prambudi, Yudistiro, 2012. *Perencanaan Bangunan Pengendali Sedimen pada Sungai Sampean*, Fakultas Teknik Universitas Jember, Jember.
- Sambodo, Endro, 2012. *Tanah Longsor (Landslide)*, <https://endrosambodo1984.wordpress.com>, 17/07/2016.
- SNI 2851:2015, 2015. *Desain Bangunan Penahan Sedimen*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Soewarno, 1995. *Hidrologi Jilid 1*, Penerbit Nova, Bandung.
- Soewarno, 1995. *Hidrologi Jilid 2*, Penerbit Nova, Bandung.
- Sosrodarsono, Suyono dan Masateru Tominaga, 1985. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*, Diterjemahkan oleh : M. Yusuf Gayo dkk, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Suripin, 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*, Andi, Yogyakarta.
- Sutapa, I Wayan, 2010. *Analisis Potensi Erosi Pada Daerah Aliran Sungai (DAS) di Sulawesi Tengah*, Universitas Tadulako, Palu.
- Tjiu, Yamaha, 2015. *Erosi*, <http://slideplayer.info>, 19/03/2015.
- Triatmodjo, Bambang, 2008. *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.