



Desain Penampang Krueng Pandrah Dengan Program HEC-RAS

Ichsan Syahputra^{1*}, Cut Rahmawati¹, Lores Sudarta²

¹Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Abulyatama, 23372, Indonesia

²Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Abulyatama, 23372, Indonesia

* Email korespondensi : ichsansyahputra_sipil@abulyatama.ac.id

Diterima 7 Januari 2019; Disetujui 30 Januari 2019; Dipublikasi 31 Januari 2019

Abstract: *Krueng Pandrah River was analyzed by cross section of a trapezoid-shaped river. To determine the capacity of river cross section capacity, it is necessary to do hydraulic modeling. From the results of modeling using HEC-RAS 5.0.5 1-dimensional flow stated that the Krueng Pandrah River with a trapezoid-shaped river cross section width of the river is 10.00 m, depth of 6.00 m, slope of the talud 1V: 1.5H and safe from flooding. The construction used to repair cliffs and river channel is River Revetment which is made of stone structure with a weight of 650 - 800 Kg / Unit. River Revetment Height is planned to be 6.00 m from the river bed, slope 1H: 1.5V, width of 2.50m Revetment gaiters, and 1.30 m thick rock layer. To maintain the stability of the Revetment against the decline and scouring that might occur behind it, a Non Woven Geotextile layer was installed as wide as the surface of the stone layer along the Revetment. For handling, river management, river normalization and flood mitigation, the flood return period used in this analysis is Q5 years of 163.02 m³ / sec.*

Keywords : *Krueng Pandrah, 1st Dimensional Flow, Flood Period.*

Abstrak: Sungai Krueng Pandrah dianalisis dengan penampang melintang sungai berbentuk trapesium. Untuk mengetahui kemampuan kapasitas penampang sungai, maka perlu dilakukan pemodelan hidrolis. Dari hasil pemodelan dengan menggunakan HEC-RAS 5.0.5 aliran 1-dimensi dinyatakan bahwa Sungai Krueng Pandrah dengan penampang sungai berbentuk trapesium lebar dasar sungai 10.00 m, kedalaman 6.00 m, kemiringan talud 1V : 1.5H dan aman dari luapan banjir. Konstruksi yang digunakan untuk perbaikan tebing dan alur sungai adalah Revetment Sungai yang terbuat dari susunan batu dengan berat 650 – 800 Kg/Unit. Tinggi Revetment Sungai direncanakan 6.00 m dari dasar sungai, kemiringan talud 1H : 1.5V, lebar pelindung kaki Revetment 2.50 m, dan ketebalan lapisan batu 1.30 m. Untuk menjaga kestabilan Revetment terhadap penurunan dan gerusan yang mungkin terjadi di belakangnya, maka dipasang lapisan Geotextile Non Woven seluas permukaan lapisan batu sepanjang Revetment. Untuk penanganan, pengaturan sungai, normalisasi sungai dan penanggulangan banjir, periode ulang banjir yang digunakan dalam analisis ini adalah Q5 tahun sebesar 163.02 m³/det.

Kata kunci : *Krueng Pandrah, Aliran 1-Dimensi, Periode Banjir.*

Pemanfaatan sungai sebagai sumber air untuk memenuhi berbagai keperluan dan kebutuhan akan air semakin meningkat sejalan dengan laju pembangunan sarana dan prasarana, kegiatan sektor industri serta sektor-sektor lainnya. Pembangunan subsektor sumber daya air adalah meningkatkan produktifitas dalam pemanfaatan sumber air melalui pendayagunaan sumber air dengan sarana dan prasarana pengairan secara efektif dan efisien, yang muaranya bermanfaat bagi kesejahteraan dan kemakmuran masyarakat. Seiring dengan pesatnya pertumbuhan dan pengembangan kawasan mengakibatkan terjadinya penurunan daya dukung lingkungan di wilayah Bireuen, hal ini menimbulkan efek negatif seperti sering terjadinya banjir dan tanah longsor sehingga banyak sarana infrastruktur yang rusak.

Kabupaten Bireuen sering terjadinya bencana alam banjir yang disebabkan oleh tingkat curah hujan yang tinggi dan masih banyaknya saluran pembuang yang tersumbat dan sistem drainase di arael permukiman penduduk yang belum memadai juga kondisi sungai yang tidak normal.

Sungai Krueng Pandrah aliran air melintasi permukiman penduduk di daerah kecamatan pandrah, dari informasi yang diperoleh kejadian banjir di permukiman hampir setiap Tahun dengan tinggi genangan antara 4.00 cm sampai dengan 6.00 m di sepanjang aliran sungai (DAS) yang rentan terhadap dampak banjir dan abrasi sungai apabila curah hujan dalam intensitas tertentu.

Kondisi topografi kelandaian yang curam di

bagian hulu meningkatkan kecepatan aliran menjadi tinggi yang dapat mengakibatkan terjadinya longsoran pada daerah-daerah rawan erosi. Hal ini umumnya sering terjadi di musim penghujan. Pada kondisi banjir terjadi limpasan air yang meruntuhkan tanggul-tanggul dan menenggelamkan areal pertanian/permukiman di hulu sungai, dan diperparah adanya sedimentasi yang cukup besar.

Metode desain ini dilakukan mengikuti proses pada studi sebelumnya Krueng Tripa (Meliyana, Syahputra, Mahbengi, & Rahmawati, 2018), Blang Karam (Syahputra & Rahmawati, 2015) dan Krueng Tukah menggunakan program HEC-RAS 5.0.3 (Syahputra & Rahmawati, 2018).

Tujuan dari desain ini adalah menghitung kapasitas tampang sungai, menghitung kestabilan Sungai Krueng Pandrah terhadap gelincir akibat pengaruh beban konstruksi dan beban gempa, serta membuat desain normalisasi sungai.

KAJIAN PUSTAKA

Dalam analisa frekuensi untuk hidrologi, ada beberapa bentuk fungsi distribusi kontinyu (teoritis) yang sering digunakan seperti distribusi Gumbel dan Log Pearson III. Pemilihan kesesuaian tipe distribusi curah hujan dilakukan dengan memperhatikan kesesuaian ciri-ciri parameter statistik dari rangkaian data curah hujan. Parameter statistik yang digunakan dalam analisa kecocokan distribusi meliputi: harga rata-rata (\bar{x}), standar deviasi (Sd), koefisien variasi (Cv) dan koefisien asimetri (Cs).

Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel menggunakan harga ekstrim untuk menunjukkan bahwa dalam deret harga-harga ekstrim mempunyai fungsi distribusi eksponensial ganda. Berikut ini persamaan-persamaan yang digunakan dalam distribusi Gumbel. Nilai Rata-rata Curah Hujan :

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}, i = 1, 2, 3, \dots, n \dots\dots\dots(1)$$

Metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS)

Metode ini dipakai sebagai upaya memperoleh hidrograf satuan suatu DAS yang belum pernah diukur. Dengan pengertian lain tidak tersedia data pengukuran debit maupun data AWLR (Automatic Water Level Recorder) pada suatu tempat tertentu dalam sebuah DAS yang tidak ada stasiun hidrometernya. Cara ini dikembangkan yang memanfaatkan parameter DAS untuk memperoleh hidrograf satuan sintetis. Hal tersebut didasarkan pada pemikiran bahwa pengalihragaman hujan menjadi aliran baik pengaruh translasi maupun tampungannya dapat dijelaskan dipengaruhi oleh sistem DAS-nya. Hidrograf Satuan Sintetik Gama I dibentuk oleh empat variabel pokok yaitu waktu naik (TR), debit puncak (Qp), waktu dasar (TB) dan koefisien tampungan (k).

Persamaan yang digunakan dalam menghitung debit puncak periode ulang tertentu dengan menggunakan HSS Gama I di bawah ini.

Slope sungai (S)

Slope atau kemiringan memanjang dasar sungai dihitung dengan persamaan di bawah ini :

$$S = \frac{(El_1 - El_2)}{(L \cdot 1000)} \dots\dots\dots (2)$$

- Dimana :
- El₁ = Elevasi terendah di bagian hulu sungai utama (m).
 - El₂ = Elevasi terendah di bagian hilir sungai utama (m).
 - L = Panjang total sungai utama (km).

Faktor Sumber (SF)

Faktor sumber dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini :

$$SF = \frac{L_1}{L_T} \dots\dots\dots(3)$$

- Dimana :
- L₁ = Panjang sungai tingkat 1 (km).
 - L_T = Panjang total sungai (km).

Frekuensi Sumber (SN) :

Frekuensi sumber dihitung dengan persamaan di bawah ini :

$$SN = \frac{P_1}{P_T} \dots\dots\dots(4)$$

- Dimana :
- P₁ = Jumlah pangsa sungai tingkat 1.
 - P_T = Jumlah total pangsa sungai.

Faktor Lebar (WF) :

Faktor lebar dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini :

$$WF = \frac{W_u}{W_L} \dots\dots\dots(5)$$

- Dimana :
- W_u = Lebar DAS di titik sejarak 0,75 L dari hilir sungai.
 - W_L = Lebar DAS di titik sejarak 0,25 L dari hilir sungai.

Faktor luas DAS sebelah hulu (RUA) :

Faktor luas DAS sebelah hulu dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini :

$$RUA = \frac{UA}{A} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana :

- UA = Luas DAS dari hulu sungai ketitik berat DAS (km²).
A = Luas total DAS (km²).

Faktor Simetri (SIM) :

Faktor simetri dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini :

$$SIM = WF \cdot RUA \dots\dots\dots(7)$$

Dimana :

- WF = Faktor lebar DAS.
RUA = Faktor luas DAS sebelah hulu sungai.

Kerapatan Jaringan Kuras (D) :

Kerapatan jaringan kuras dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah :

$$D = \frac{L_T}{A} \dots\dots\dots(8)$$

Dimana :

- L_T = Panjang total sungai (km).
A = Luas total DAS (km²).

Jumlah Pertemuan Sungai (JN) :

Jumlah pertemuan sungai dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah :

$$JN = P_1 - 1 \dots\dots\dots(9)$$

Dimana :

- P₁ = Jumlah pangsa sungai tingkat 1.

Faktor Reduksi Hujan (B) :

Faktor reduksi hujan dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah :

$$B = 1,5518 \cdot A^{-0.1491} JN^{-0.2725} SIM^{-0.0259} S^{-0.0733} \quad (10)$$

Dimana :

- A = Luas total DAS (km²).
JN = Jumlah pertemuan sungai.
SIM = Faktor simetri.
S = Slope memanjang sungai.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian terletak di Sungai Krueng Pandrah, terletak di beberapa desa dalam Kecamatan Pandrah Kabupaten Bireuen.

Data primer yang digunakan berupa peta hasil pengukuran langsung di lapangan dengan survey topografi, data sekunder berupa curah hujan diambil dari stasiun Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kabupaten Aceh Utara tepatnya di Bandara Malikussaleh.

Perhitungan tipe sebaran dihitung dengan distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson tipe III dan Gumbel. Selanjutnya dilakukan perhitungan curah hujan kawasan dengan menggunakan metode Thissen.

Rencana analisa meliputi analisa curah hujan, banjir rencana, karakteristik sungai, analisa kapasitas tampang sungai dan analisa alternatif desain revetment

HASIL DAN PEMBAHASAN**Survey Topografi**

Pengukuran topografi Sungai Krueng Pandrah dilakukan mulai dari Bendung Krueng Pandrah sampai ke hilir sepanjang 7861.70 m dengan jarak antar potongan melintang setiap 50 meter (Patok P0 sampai P196) seperti pada Gambar 1 dan 2. Tujuan pengukuran topografi tersebut untuk mendapatkan gambaran situasi

geometri sungai sehingga dapat membantu dalam menganalisis kondisi pola aliran sungai dan dalam menentukan penanganan sungai baik untuk pengendalian banjir maupun pengaturan sungai.



Gambar 1. Lokasi Pengukuran Topografi



Gambar 2. Peta Situasi Sungai Krueng Pandrah

Data dari Gambar 2. Peta Situasi digunakan untuk menghitung kapasitas sungai dan banjir maksimum yang terjadi.

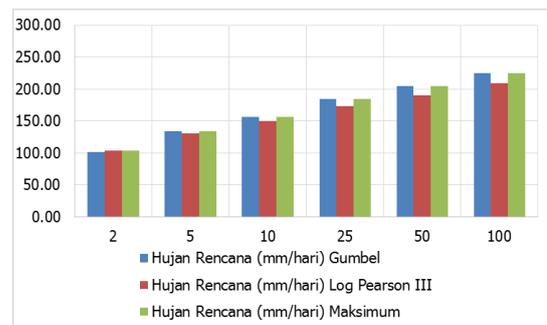
Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi yang akan ditinjau adalah menentukan curah hujan rencana periode ulang dan perhitungan debit banjir rencana. Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan diperoleh dari stasiun Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kabupaten Aceh Utara tepatnya di Bandara Malikussaleh.

Tabel 1. Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

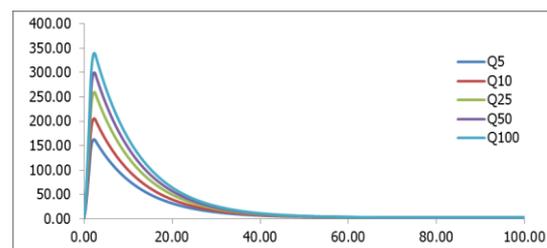
Tahun	Curah Hujan Maks (mm)
2005	87.00
2006	123.00
2007	76.00
2008	86.00
2009	107.00
2010	109.00
2011	95.00
2012	84.00
2013	63.00
2014	133.00
2015	181.70
2016	112.60
2017	124.20
2018	96.00
Jumlah	1477.50

Sumber : BMKG Malikussaleh Kabupaten Aceh Utara



Gambar 3. Hujan Rencana Periode Ulang

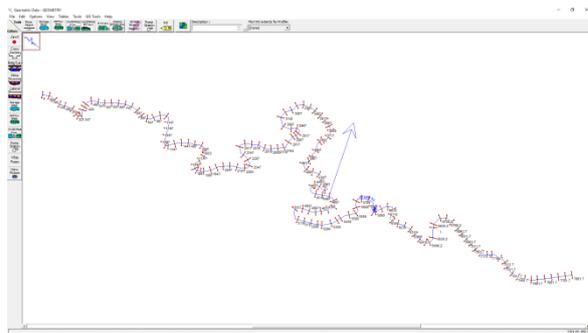
Pada Gambar 3 terlihat hujan maksimum sebesar 204,80 mm/hari untuk periode ulang 50 tahun dan 225,23 mm/hari untuk periode ulang 100 tahun. Banjir dengan periode ulang 5, 50 dan 100 tahun sebesar 163.02, 299,92, dan 339,72 m³/det seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hidrograf Banjir Periode Ulang

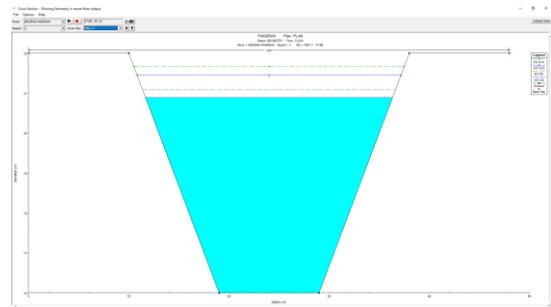
Penampang Rencana Sungai

Sungai Krueng Pandrah direncanakan dengan penampang sungai berbentuk trapesium. Untuk mengetahui kemampuan kapasitas penampang sungai, maka perlu dilakukan pemodelan hidrolis dengan menggunakan program HEC-RAS 5.0.5, yaitu untuk mensimulasikan aliran atau debit banjir periode ulang tertentu terhadap geometri sungai tersebut sehingga dapat diketahui apakah dengan penampang yang direncanakan penampang rencana tersebut mampu atau tidak menampung aliran tersebut seperti pada Gambar 5 dan 6.



Gambar 5. Skematis Sungai Krueng Pandrah

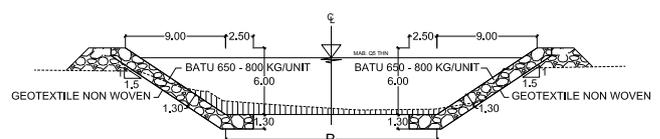
Dari hasil pemodelan dengan menggunakan HEC-RAS 5.0.5, diperoleh hasil bahwa Sungai Krueng Pandrah dengan penampang sungai seperti pada Gambar 6 berbentuk trapesium berukuran lebar bawah 10.00 m, kedalaman 6.00 m, kemiringan talud 1V : 1.5H aman dari luapan banjir.



Gambar 6. Model Melintang Sungai Krueng Pandrah Q5, Q10 (HULU)

Normalisasi dan Revetment Sungai

Normalisasi sungai dalam bentuk kegiatan Galian Tanah ataupun pembentukan alur sungai yang baik pada sebagian besar pias sungai merupakan kegiatan yang akan dilaksanakan pada Sungai Krueng Pandrah dan konstruksi yang digunakan untuk perbaikan tebing dan alur sungai adalah Revetment Sungai yang terbuat dari susunan batu dengan berat 650–800 Kg/Unit, serta sebelum diletakkannya batu-batu tersebut sebaiknya tanah dasar pondasinya dilapisi dengan lapisan Geotextile seperti pada Gambar 7

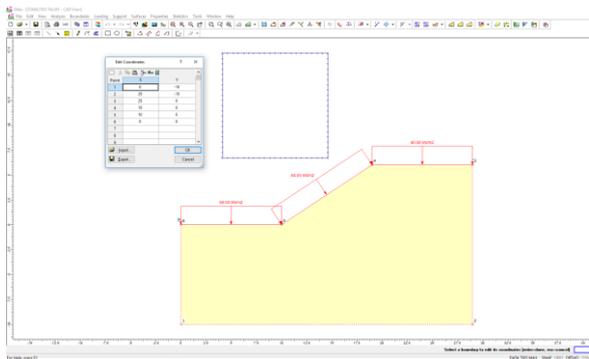


Gambar 7. Susunan Batu Revetment Sungai

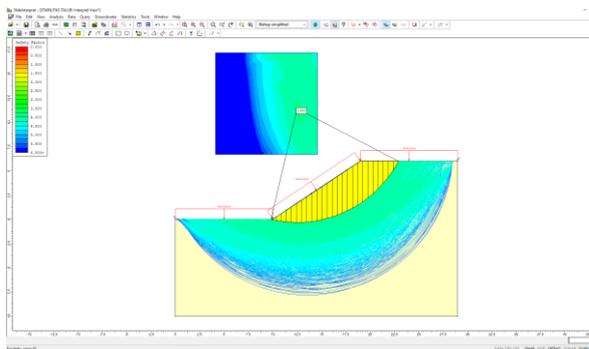
Tinggi Revetment Sungai direncanakan 6.00 m dari dasar sungai, kemiringan talud 1H : 1.5V sehingga lebar mendarat Revetment adalah 9.00 m, lebar pelindung kaki Revetment 2.50 m, dan ketebalan lapisan batu 1.30 m. Untuk menjaga kestabilan Revetment terhadap penurunan dan gerusan yang mungkin terjadi di

belakangnya, maka dipasang lapisan Geotextile Non Woven seluas permukaan lapisan batu sepanjang Revetment. Untuk penanganan, pengaturan sungai, normalisasi sungai dan penanggulangan banjir, periode ulang banjir yang digunakan pada perencanaan ini adalah Q5 tahun sebesar 163.02 m³/det berdasarkan hasil analisis hidrologi.

Dari hasil model Stabilitas Talud dengan menggunakan Program Rocscience Slide V.6.0 (Gambar 8 dan 9) diperoleh bahwa Revetment dalam kondisi Stabil terhadap gelincir akibat pengaruh beban konstruksi dan beban gempa.



Gambar 8. Pembebanan Pada Revetment Sungai



Gambar 9. Stabilitas Gelincir Metode Bishop Simplified

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari keseluruhan proses survey, analisa dan desain dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sungai Krueng Pandrah direncanakan dengan penampang sungai berbentuk trapesium.
2. Dari hasil pemodelan dengan menggunakan HEC-RAS 5.0.5, diperoleh hasil bahwa Sungai Krueng Pandrah dengan penampang sungai berbentuk trapesium berukuran lebar bawah 10.00 m, kedalaman 6.00 m, kemiringan talud 1V : 1.5H aman dari luapan banjir.
3. konstruksi yang digunakan untuk perbaikan tebing dan alur sungai adalah Revetment Sungai yang terbuat dari susunan batu dengan berat 650 – 800 Kg/Unit.
4. Tinggi Revetment Sungai direncanakan 6.00 m dari dasar sungai, kemiringan talud 1H : 1.5V sehingga lebar mendarat Revetment adalah 9.00 m, lebar pelindung kaki Revetment 2.50 m, dan ketebalan lapisan batu 1.30 m.
5. Untuk penanganan, pengaturan sungai, normalisasi sungai dan penanggulangan banjir, periode ulang banjir yang digunakan pada perencanaan ini adalah Q5 tahun sebesar 163.02 m³/det berdasarkan hasil analisis hidrologi.
6. Dari hasil model Stabilitas Talud dengan menggunakan Program Rocscience Slide V.6.0 diperoleh bahwa Revetment dalam kondisi Stabil terhadap gelincir akibat pengaruh beban konstruksi dan beban gempa.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous, (1993). *Angkutan Sedimen Untuk Saluran Curam* Pusat Antar Universitas Limu Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1977). *Cara Menghitung Design Flood*. Jakarta: Penerbit Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1992). *Hidrologi Pengairan*. Jakarta: Penerbit Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Chow. (1988). *Aplied Hydrology*. McGraw-Hill, Inc.
- Djoko Sasongko. (1994). *Teknik Sumberdaya Air*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Meliyana, M., Syahputra, I., Mahbengi, A., & Rahmawati, C. (2018). Studi Penanggulangan Banjir Krueng Tripa. *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, 4(1), 34–39.
- Mutreja. (1994). *Applied Hydrology*. McGraw-Hill Publishing Company Limited.
- Pasific Consultants International (PCI). (1982). *Design Note of Krueng Aceh Urgent Flood Control Project*. Direktorat Jenderal Pengembangan Sumberdaya Air, Direktorat Sungai.
- Syahputra, I., & Rahmawati, C. (2015). Analisis Ketersediaan Air Pada Daerah Irigasi Blang Karam. Kecamatan Darussalam, Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Teknik Sipil UNAYA*, 1(1), 35–42.
- Syahputra, I., & Rahmawati, C. (2018). Aplikasi Program HEC-RAS 5.0. 3 Pada Studi Penanganan Banjir. *Elkawnie*, 4(2), 127–140.
-
- *How to cite this paper :*
 Syahputra, I., Rahmawati, C., & Sudarta, L. (2019). Desain Penampang Krueng Pandrah Dengan Program HEC-RAS. *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, 5(1), 31-48.

