Penanganan Degradasi Dasar Sungai Krueng Jantho dengan Perencanaan *Groundsill*

Marini Bravikawati¹ Eldina Fatimah² Ziana³

¹Mahasiswa, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111, Indonesia

^{2,3}Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111, Indonesia.

Email: marinibravikawati@gmail.com

Abstract

Krueng Jantho river has an important role in the utilization of water resources, watershed conservation, and control of water damage. Dredging of river material has resulted in damage to the ecological factors of the Krueng Jantho river, specifically the degradation of the riverbed which can trigger the collapse of river banks and bridge pillars. The location under review is located in Alue Gintung Village, Seulimuem District, Aceh Besar Regency. Data and maps collected are watershed maps, river discharge data from the Krueng Aceh water level measurement post (AWLR), and topographical and river cross-section data. The method of calculating the generation of discharge data is used the Markov Chain method, the analysis of flood discharge plans using the Pearson Log type III distribution method, and the groundsill building planning for river bottom management and security. The groundsill building for the 25 yearly discharge is planned to be 80.00 m wide, groundsill 1,00 m high and 4.00 m thick groundsill lighthouse.

Keywords : river, degradation, arrangement, groundsill.

Abstrak

Sungai Krueng Jantho mempunyai peranan penting dalam pemanfaatan sumber daya air, konservasi DAS, dan pengendalian daya rusak air. Pengerukan material sungai telah berdampak pada rusaknya faktor ekologi sungai Krueng Jantho, khususnya degradasi dasar sungai yang dapat memicu runtuhnya tebing sungai dan pilar jembatan. Tujuan studi ini adalah untuk mengkaji dan merencanakan bangunan pengaturan sungai Krueng Jantho. Lokasi yang ditinjau terletak di Desa Alue Gintung Kecamatan Seulimuem Kabupaten Aceh Besar. Data dan peta yang dikumpulkan adalah peta daerah aliran sungai, data debit sungai dari pos pengukuran muka air (AWLR) Krueng Aceh, dan data topografi serta penampang sungai. Metode perhitungan pembangkitan data debit digunakan metode Markov Chain, analisis debit banjir rencana menggunakan metode distribusi Log Pearson tipe III, dan perencanaan bangunan groundsill untuk pengaturan dan pengamanan dasar sungai. Bangunan groundsill untuk debit 25 tahunan direncanakan dengan lebar groundsill 80,00 m, tinggi groundsill 1,00 m dan tebal mercu groundsill 4,00 m.

Kata kunci : sungai, degradasi, pengaturan, groundsill.

1. Pendahuluan

Sungai Krueng Jantho, yang terletak di bagian hulu DAS (Daerah Aliran Sungai), merupakan salah satu anak sungai Krueng Aceh yang mempunyai peranan penting dalam kegiatan pemanfaatan sumber daya air, konservasi DAS, dan juga pengendalian daya rusak air.

Meningkatnya pendayagunaan sumber daya air terutama dalam menunjang pembangunan infrastruktur, telah berdampak terhadap kondisi dan sumber daya sungai Krueng Jantho, terutama berupa pengerukan material sungai. Aktivitas pengerukan material sungai yang dilakukan telah memberikan dampak terhadap DAS Krueng Aceh, khususnya Krueng Jantho. Salah satu dampak yang ditimbulkan oleh kegiatan ini adalah degradasi dasar sungai Krueng Jantho yang dapat memicu runtuhnya tebing sungai dan pilar jembatan, karena terjadinya perubahan morfologi sungai dan meningkatnya kecepatan aliran sungai.

Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk mengkaji dan merencanakan bangunan perbaikan sungai dan pengamanan tebing sungai Krueng Jantho. Lokasi yang ditinjau terletak di Desa Alue Gintung Kecamatan Seulimuem Kabupaten Aceh Besar. Lokasi ini dipilih dikarenakan pada bagian sungai tersebut terdapat Jembatan Alue Gintung, dimana di bagian hulu dan hilir jembatan adanya kegiatan pengambilan material sungai berupa pasir dan kerikil yang cukup massif. Lokasi tersebut juga merupakan daerah yang rawan terjadinya gerusan pada sungai apabila terjadi debit yang cukup besar.

Alternatif upaya penanganan yang direncanakan dalam studi ini adalah berupa pembuatan bangunan ambang (*groundsill*) untuk pengamanan dasar sungai di hulu dan hilir jembatan untuk pengamanan tebing dan sempadan sungai.

Metodologi dan ruang lingkup studi ini adalah pengumpulan data untuk perencanaan pengaturan sungai, yang meliputi: peta daerah aliran sungai, data debit sungai dari pos pengukuran muka air (AWLR)

terdekat serta data topografi dan penampang sungai. Setelah dilakukan pengumpulan data, dilakukan pengolahan data dan analisis hidrologi yaitu perhitungan debit banjir rencana. Langkah selanjutnya adalah perhitungan dan perencanaan pengamanan dasar sungai berupa *ground sill*.

Bangunan *ground sill* direncanakan sebanyak lima unit yang terbuat dari konstruksi pasangan bronjong dan pondasi pasangan batu. Bangunan *ground sill* direncanakan dengan lebar dasar melintang sungai 80,00 m, tinggi *ground sill* 1,00 m dan lebar *ground sill* 4,00 m. Rerata kemiringan eksisting dasar sungai di lokasi perencanaan adalah 0,0033, dan setelah adanya *ground sill* kemiringan dasar sungai direncanakan menjadi lebih landai, yaitu 0,0005. Perubahan kemiringan dasar sungai ini diharapkan berdampak baik terhadap morfologi dasar sungai, dapat menghindari terjadinya degradasi dasar sungai, dan dapat melindungi pondasi jembatan di lokasi tersebut.

2. Tinjauan pustaka

Pembangkitan Data Debit

Menurut Soewarno [1], rangkaian data deret berkala dengan pertambahan waktu bulanan tidak dapat dipandang sebagai variabel bebas, misal, debit bulan ini, besarnya sangat tergantung dari debit bulan lalu, bahkan mungkin bulan-bulan sebelumnya, oleh karena itu untuk membangkitkan data deret berkala buatan data bulanan sebaiknya digunakan proses Markov.

Proses Markov menggunakan model auto-regresif tahunan. Model yang paling sederhana adalah Markov-Chain. Untuk mendapatkan deret berkala buatan dengan pertambahan waktu bulanan digunakan persamaan:

$$X_{i,j} = \bar{X}_j + \sqrt{j} \frac{S_j}{S_{j-1}} (X_{i-1,j-1} - \bar{X}_{j-1}) + t_{i,j}(S_j)(1 - \sqrt{j})^{1/2} \dots 1)$$

Subskrip j menunjukkan jumlah bulan, sedangkan subskrip i menunjukkan jumlah tahun. Nilai $\sqrt{j}$ adalah koefisien korelasi serial antara X_j dan X_{j-1} . Nilai S_j dan S_{j-1} adalah deviasi standar untuk bulan ke j dan ke $j-1$. Nilai $t_{i,j}$ adalah variat acak yang mempunyai distribusi normal, tidak bergantung secara serial bernilai tengah nol dan berstandar deviasi satu dan $\bar{X}$ adalah debit rata-rata bulanan dari pengamatan. Koefisien Markov-Chain nilainya berkisar antara 0,2 – 0,3; dan umumnya digunakan nilai 0,25.

Metode Perbandingan DAS

Limantara[2] menyebutkan jika pada suatu DAS tidak ada pengukuran data debit, maka bisa dipakai beberapa metode untuk mengestimasi data debit, salah satunya adalah metode perbandingan DAS. Jika dibandingkan dua DAS, maka persamaan metode perbandingan DAS adalah:

$$Q_m = \frac{A_m \cdot Q_o}{A_o} \dots \dots \dots 2)$$

dimana:

Q_m = debit sungai pada lokasi perencanaan (m^3/dt)

Q_o = debit sungai pada stasiun AWLR (m^3/dt)

A_o = luas DAS pada stasiun AWLR (Km^2)

A_m = luas DAS pada lokasi perencanaan (Km^2)

Dimensi *Ground sill*

Sosrodarsono dan Tominaga[3] menyebutkan bahwa *ground sill* bertujuan untuk mencegah gerusan dasar sungai dengan cara lebih melandaikan kemiringan dasarnya, guna mengurangi daya tarik aliran sungai. *Ground sill* dengan elevasi mercu yang terlalu tinggi akan menimbulkan berbagai masalah, antara lain dasar sungai di sebelah hulu *ground sill* akan naik dan air sungai dengan terjunan yang tinggi akan mengganggu stabilitas dasar sungai di sebelah hilir *ground sill* tersebut. Sedangkan *ground sill* yang terlalu rendah, pengamanan alur dan tebing sungai terhadap gerusan arus sungai tidak efektif, terutama saat terjadi banjir.

1. Tipe dan bentuk *ground sill*

Sosrodarsono dan Tominaga[3] menyebutkan terdapat dua tipe *ground sill*, yaitu *ground sill* datar (*bed gindle work*) dan *ground sill* pelimpah. *Ground sill* datar hampir tidak mempunyai terjunan dan elevasi mercu hampir sama dengan permukaan dasar sungai, dan berfungsi untuk menjaga agar permukaan dasar sungai tidak turun lagi. Sedangkan *ground sill* pelimpah mempunyai terjunan, dan tujuannya adalah untuk lebih melandaikan kemiringan dasar sungai akibat penurunan yang berlebihan.

2. Penentuan jarak dan tinggi *ground sill*

Apabila *ground sill* direncanakan untuk mengurangi kemiringan dasar sungai, khususnya pada sungai buatan (saluran banjir) atau pada sungai yang arusnya deras, tetapi tanggulnya rendah maka *ground sill* ganda dengan mercu-mercunya lebih tinggi dari dasar sungai dan dilengkapi dengan perkuatan tebing di kanan/kirinya. Apabila *ground sill* dibangun pada sungai secara menerus, maka lokasi, tinggi dan jumlah *ground sill* ditetapkan berdasarkan profil memanjang sungai.

Apabila *ground sill* dibangun pada sungai secara menerus, maka lokasi, tinggi dan jumlah *ground sill* ditetapkan berdasarkan profil memanjang sungai dengan menggunakan persamaan 3 untuk sungai sempit dan persamaan 4 untuk sungai lebar :

Untuk sungai yang sempit

$$l = (1/n - 1/m)h = (1,5 - 2,0) 1/h \dots 3)$$

Untuk sungai yang lebar

$$l = (1,5 - 2,0)b \dots \dots \dots 4)$$

dimana:

l = jarak antar *ground sill* (m)

h = tinggi *ground sill* (m)

- n = kemiringan dasar sungai
 m = tingkatan desain dasar sungai
 b = lebar dasar sungai(m)

3. Lantai lindung *groundsill*

Menurut Sosrodarsono dan Tominaga[3] lantai lindung *groundsill* dikombinasikan dengan konsolidasi dasar sungai guna melindungi tubuh *groundsill* terhadap gerusan atau gejala piping. Lantai lindung dan dapat meredam energi yang terkandung dalam aliran air sungai sekaligus mengurangi kecepatan arus sungai di sebelah hilir ambang (*groundsill*).

Jika panjang yang diperlukan untuk peredam energi adalah L_{lt} , maka dapat dihitung dengan:

$$L_{lt} = 4,5h_2 \dots\dots\dots 5)$$

dimana :

$$L_{lt} = \text{Panjang lantai lindung (m)}$$

4. Kemiringan desain dasar sungai

Menurut Sosrodarsono dan Tominaga[3] sebelum *groundsill* dibangun pada suatu sungai yang dasarnya turun secara terus menerus, maka tinggi dan jarak *groundsill* dapat ditetapkan secara perkiraan dan dihitung dengan metode coba-banding dan akhirnya akan diperoleh suatu kemiringan seimbang teoritis dasar sungai yang bersangkutan. Kemiringan desain dapat dihitung dengan persamaan :

$$m_s = \frac{1}{\left(\frac{1}{n_s} - \frac{l}{D} \right)} \dots\dots\dots 6)$$

dimana :

$$l = \text{Jarak antar } groundsill \text{ (m)}$$

$$D = \text{Tinggi } groundsill \text{ (m)}$$

$$n_s = \text{Kemiringan dasar sungai}$$

$$m_s = \text{Tingkatan desain dasar sungai}$$

Analisis stabilitas *groundsill*

Analisis stabilitas *groundsill* bertujuan untuk mengetahui stabilitas *groundsill* apabila dihitung dengan berdasarkan standar teknis yang berlaku sebagai bentuk kontrol analisis perencanaan, sehingga dapat diketahui stabilitasnya.

1. Daya dukung tanah terhadap pondasi

Konstruksi bagian bangunan bawah tanah yang direncanakan untuk bangunan *groundsill* adalah pondasi dangkal. Untuk menghitung daya dukung yang ditimbulkan akibat berat bangunan digunakan persamaan :

$$\sigma_{ytb} = \frac{P_{ult}}{B \times L} \dots\dots\dots 7)$$

dimana:

$$\sigma_{ytb} = \text{Tekanan oleh pondasi (ton/m}^2\text{)}$$

$$P_{ult} = \text{Berat total bangunan (ton)}$$

- B = Lebar pondasi (m)
 L = Panjang pondasi (m)

2. Gaya tekanan hidrostatik

Menurut Triatmodjo[4], tekanan ke atas pada dasar bendung di sebelah hulu adalah sama dengan tekanan hidrostatik pada dasar. Hitungan dilakukan untuk tiap 1 m panjang dengan persamaan sebagai berikut.

Tekanan hidrostatik pada dasar *groundsill*,

$$p_B = H_g \gamma \dots\dots\dots 8)$$

Gaya tekanan hidrostatik pada sisi hulu *groundsill*,

$$F_x = \frac{1}{2} p_B H_g \times 1 \dots\dots\dots 9)$$

Gaya angkat pada dasar *groundsill*,

$$F_y = \frac{1}{2} p_B B_b \dots\dots\dots 10)$$

dimana:

$$p_B = \text{tekanan hidrostatik (ton/m}^2\text{)}$$

$$H_g = \text{tinggi } groundsill \text{ (m)}$$

$$\gamma = \text{berat jenis air (ton/m}^3\text{)}$$

$$F_x = \text{gaya tekanan hidrostatik (ton)}$$

$$F_y = \text{gaya angkat (ton)}$$

$$B_b = \text{lebar } groundsill \text{ (m)}$$

3. Stabilitas terhadap guling dan geser

Menurut Triatmodjo[4], untuk menyelidiki keamanan *groundsill* terhadap guling dan geser, perlu dibandingkan besar gaya geser dan momen guling terhadap gaya penahan geser dan momen penahan guling. Untuk menghitung tahanan geser digunakan persamaan:

$$T = (W - F_y) f \dots\dots\dots 11)$$

dimana:

$$T = \text{tahanan geser } groundsill \text{ (ton)}$$

$$W = \text{berat bangunan (ton)}$$

$$f = \text{Nilai Koefisien Geser}$$

Menurut Triatmodjo[4] untuk mendapatkan konstruksi yang aman terhadap gaya geser maka nilai $T > F_x$ dan untuk mendapatkan konstruksi yang aman terhadap momen guling maka nilai $M_{PGA} > M_{PA}$. Untuk menghitung momen penggulingan digunakan persamaan:

$$M_{PA} = \frac{1}{3} F_x H + \frac{2}{3} F_y B_b \dots\dots\dots 12)$$

Untuk menghitung momen penahan guling digunakan persamaan :

$$M_{PGA} = W L_x \dots\dots\dots 13)$$

dimana :

$$M_{PA} = \text{momen penggulingan (tonm)}$$

$$M_{PGA} = \text{momen penahan guling (tonm)}$$

$$L_x = \text{jarak titik berat bangunan (m)} \quad (2.22)$$

4. Analisis piping.

Menurut Sosrodarsono dan Tominaga[3] tingkat keamanan terhadap piping dapat diperoleh dengan nilai banding rayapan (*creep ratio*), jika

angka $C_w = L_w/H_w$ lebih besar dari angka-angka seperti yang tertera pada Tabel 2.3.

$$L_w = l_1 + h_1 + l_2 + h_2 + l_3 \dots\dots\dots 14)$$

$$C_w = L_w/H_w \dots\dots\dots 15)$$

dimana :

L_w = Panjang lintasan aliran air rembesan (m)

3. Metode Perencanaan

Lokasi studi untuk perencanaan bangunan *groundsill* dalam rangka untuk pengaturan sungai adalah pada salah satu anak sungai Krueng Aceh di bagian hulu, yaitu sungai Krueng Jantho, yang terletak di Desa Alue Gintung Kecamatan Seulimuem Kabupaten Aceh Besar dengan panjang sungai yang mencakup dalam kajian adalah 4400 m.. Lokasi ini dipilih menjadi rencana kajian dikarenakan pada bagian sungai tersebut terdapat Jembatan Alue Gintung, dimana di bagian hulu dan hilir jembatan adanya kegiatan pengambilan material sungai yang cukup besar.

Sebagian besar data yang digunakan dalam studi ini merupakan data sekunder, yang didapatkan dari instansi terkait, khususnya Balai Wilayah Sungai Sumatera I Aceh. Kebutuhan data dalam studi ini adalah peta Daerah Aliran Sungai, peta topografi sungai, gambar penampang sungai, data debit sungai, dan data mekanika tanah.

Berdasarkan metode perbandingan luas antara DAS pos AWLR dan DAS Krueng Jantho pada lokasi studi, maka dapat diperkirakan debit harian maksimum tahunan untuk sungai Krueng Jantho. Luas DAS Krueng Aceh pada pos AWLR adalah 471,60 Km² (sesuai publikasi data dari BWS Sumatera I) sedangkan luas DAS Krueng Jantho pada lokasi studi ini sesuai dengan analisis dan penggambaran menggunakan GIS adalah 386,20 Km².

Tahapan perencanaan *groundsill*:

a. Pemilihan jenis *groundsill*

Jenis *groundsill* yang dipilih dalam perencanaan ini adalah *groundsill* datar konstruksi susunan batu atau pasangan bronjong batu dan menggunakan pondasi beton.

b. Penentuan lokasi *groundsill*

Bangunan *groundsill* direncanakan pada lokasi di sekitar jembatan Alue Gintung, baik pada bagian hulu atau hilir jembatan. Penempatan bangunan *groundsill* direncanakan sebanyak 5 unit yaitu pada JS 02, JS 07, JS 11, JS 14, Dan JS 17, sesuai dengan kemiringan dasar sungai.

c. Formasi *groundsill*

Pada perencanaan konstruksi bangunan *groundsill*, formasi *groundsill* dibuat lurus melintang sungai, atau tegak lurus terhadap arah aliran. Bangunan *groundsill* diletakkan secara seri, dengan jarak bervariasi.

d. Kemiringan desain dasar sungai (m_s)

Perhitungan kemiringan dasar bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kemiringan sungai pada kondisi eksisting sebelum direncanakan *groundsill*, dan kemiringan dasar sungai setelah adanya *groundsill*. Apabila kemiringan dasar sungai setelah adanya bangunan *groundsill* masih curam, maka direncanakan lebih dari satu bangunan.

e. Tinggi *groundsill* (D)

Tinggi *groundsill* dihitung dengan metode coba banding. Selanjutnya berdasarkan tinggi *groundsill* dapat dihitung panjang lantai lindung *groundsill*.

f. Lantai lindung *groundsill* (L_{li})

Lantai lindung *groundsill* direncanakan pada sisi hilir yang berfungsi untuk meredam energi sungai yang melewati mercu *groundsill*. Lantai lindung *groundsill* direncanakan dengan menggunakan susunan batu atau pasangan bronjong batu berlapis.

g. Ukuran batu *groundsill* (d_m)

Ukuran batu yang dipakai pada konstruksi *groundsill* menyesuaikan dengan perencanaan sebelumnya, atau menggunakan pasangan bronjong.

Analisis stabilitas *groundsill*:

a. Daya dukung tanah terhadap pondasi

Perhitungan daya dukung tanah terhadap pondasi dimulai dengan menghitung berat bangunan *groundsill* dan berat air yang melalui *groundsill*. Selanjutnya dihitung tekanan yang ditimbulkan oleh pondasi dan daya dukung tanah terhadap pondasi. Konstruksi *groundsill* dinyatakan aman apabila nilai *Safety Factor* (SF) lebih besar dari 1,3.

b. Gaya tekanan hidrostatik (F_x)

Dalam merencanakan konstruksi *groundsill* perlu diperhitungkan gaya tekanan hidrostatik yang bekerja pada tubuh *groundsill*, perhitungan gaya hidrostatik meliputi gaya tekanan hidrostatik pada sisi hulu *groundsill* dan gaya angkat pada dasar *groundsill*.

c. Stabilitas terhadap guling (M_{PA}) dan geser

Untuk mendapatkan konstruksi *groundsill* yang stabil perlu diselidiki stabilitas terhadap momen guling dan gaya geser. Untuk mendapatkan konstruksi *groundsill* yang aman terhadap momen guling (M_{PA}) maka momen penahan guling (M_{PGA}) harus lebih besar dari momen guling. Dan untuk mendapatkan konstruksi *groundsill* yang aman terhadap gaya geser (F_x) maka gaya tahanan geser (T) harus lebih besar daripada gaya tekanan hidrostatik pada sisi hulu bendung.

d. Mempelajari gejala piping.

Pada perencanaan *groundsill*, perlu diperhitungkan keamanan terhadap gejala piping yang terjadi akibat adanya rembesan air dibawah pondasi *groundsill*. Perhitungan keamanan terhadap

gejala piping dilakukan dengan terlebih dahulu menghitung panjang lintasan aliran rembesan air (L_w). Selanjutnya dihitung nilai banding rayapan (C_w). Untuk mendapatkan konstruksi *groundsill* yang aman terhadap gejala piping maka nilai banding rayapan harus lebih besar daripada nilai yang tertera pada tabel harga kritis.

4. Hasil dan pembahasan

Pembangkitan debit metode Markov Chain

Data debit yang digunakan untuk pembangkitan debit adalah data debit harian maksimum bulanan tahun 1972 sampai tahun 1980. Berdasarkan nilai rata-rata dan standar deviasi selanjutnya dilakukan pembangkitan data untuk tahun 1987, 1989, 1990, dan tahun 1998 sampai tahun 2018. Sedangkan untuk tahun 1981 sampai 1997 tidak dilakukan pembangkitan data, karena data debit maksimum telah tersedia.

Data yang digunakan untuk analisis debit banjir rencana dalam studi ini adalah data debit harian maksimum tahunan pada site perencanaan di Krueng Jantho. Berdasarkan analisa debit banjir rencana, data debit yang dibutuhkan berbeda dengan posisi stasiun AWLR, maka di gunakan metode perbandingan DAS

Analisis Debit Banjir Rencana

Menurut Triatmodjo[5] hasil Perhitungan parameter statistik dengan menggunakan data debit harian maksimum tahunan adalah *mean* (Q_r) = 140,36 mm, *standard deviation* (S) = 55,28 mm, *coefficient of variation* (C_v) = 0,39, *coefficient of skewness* (C_s) = 0,625 dan *coefficient of kurtosis* (C_k) = 0,91.

Analisis debit banjir rencana menggunakan metode distribusi Log Pearson tipe III. Debit banjir rencana dihitung untuk periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun dan 50 tahun. Hasil perhitungan debit banjir rencana sungai Krueng Jantho disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Debit Banjir Rencana Sungai Krueng Jantho

Periode ulang (T) tahun	Debit Rencana (Q_T) (m^3/dt)
2	133.91
5	185.52
10	215.47
25	248.98
50	274.71

Rating Curve

Penggambaran *rating curve* didasarkan pada nilai debit (Q) dan tinggi muka air (H). Gambar

1 memperlihatkan *rating curve* yang diperoleh dengan menggunakan metode Strickler. Berdasarkan potongan melintang sungai JS02, didapatkan lebar dasar sungai adalah 52 m, kemiringan tebing sungai adalah 1:8, koefisien Strickler adalah 25, kemiringan dasar sungai adalah 0.0030, dan elevasi dasar sungai adalah + 42.3 m. Tinggi muka air pada penampang JS02 yang diperoleh untuk debit maksimum rata-rata sebesar 140.36 m^3/dt adalah 1.43 m. sedangkan untuk debit banjir rencana Q25 tahun sebesar 248.98 m^3/dt didapatkan tinggi muka air adalah 1.98 m.

Gambar 1 Rating Curve pada JS 2

Perencanaan *Groundsill*

Bangunan *groundsill* yang dipilih dalam perencanaan ini adalah *groundsill* tipe datar dengan konstruksi pasangan bronjong dan menggunakan pondasi pasangan batu. Tujuan perencanaan *groundsill* tipe datar ini adalah untuk mencegah gerusan dasar sungai dengan cara lebih melandaikan kemiringan dasarnya sehingga mengurangi gaya tarik alirannya.

Lokasi bangunan *groundsill* dalam studi ini direncanakan berdasarkan kondisi topografi, morfologi dan hidrometri sungai Krueng Jantho. Konstruksi *groundsill* direncanakan sebanyak lima bangunan yang diletakkan melintang sungai Krueng Jantho pada penampang JS.02, JS.07, JS.11, JS.14, dan JS.17. Dalam perencanaan ini, jarak antar *groundsill* direncanakan berdasarkan kondisi morfologi sungai, lokasi galian C dan posisi jembatan Alue Gintung. Lebar sungai rata-rata pada lokasi perencanaan adalah 83,70 meter, dan kemiringan rata-rata dasar sungai 0,0033. Kemiringan sungai eksisting pada lokasi perencanaan termasuk cukup curam. Berdasarkan rerata lebar sungai tersebut maka direncanakan lebar dasar *groundsill* adalah 80,00 meter, dengan lebar atas adalah 84,00 meter.

Perencanaan formasi atau tata letak *groundsill* adalah lurus melintang sungai, atau tegak lurus terhadap arah aliran. Bangunan *groundsill* direncanakan sebanyak lima unit yang diletakkan secara seri, dengan jarak bervariasi. Kemiringan sisi hulu *groundsill* direncanakan tegak, karena pada sisi

ini akan menjadi landai dengan sendirinya akibat dari angkutan dan penumpukan sedimen setelah adanya *groundsill* nantinya. Sedangkan kemiringan sisi hilir direncanakan lebih landai yaitu sebesar 1:2, dengan tujuan untuk meredam energi air yang melewati mercu *groundsill* sehingga mengurangi gerusan dasar sungai di hilir bangunan *groundsill*. Mercu *groundsill* direncanakan datar dengan tebal 4 meter.

Tinggi *groundsill* direncanakan dengan metode coba banding dengan mempertimbangkan kemiringan dasar sungai eksisting dan kemiringan desain. Berdasarkan hasil perhitungan, tinggi seluruh *groundsill* direncanakan sebesar 1 meter. Tinggi *groundsill* direncanakan tidak terlalu tinggi karena kemiringan dasar sungai awal tidak terlalu curam dan tujuan utama dari perencanaan *groundsill* untuk memperbaiki keadaan dasar sungai.

Lantai lindung *groundsill* direncanakan pada sungai sisi hulu dan hilir pondasi *groundsill*, yang berfungsi untuk meredam energi sungai yang melewati mercu *groundsill*. Lantai lindung *groundsill* direncanakan dengan menggunakan matras bronjong batu berlapis hingga setebal 0,50 meter. Berdasarkan hasil perhitungan, panjang lantai lindung hulu direncanakan 2,00 meter dan panjang lantai lindung hilir direncanakan sepanjang 4,00 meter.

Kemiringan desain dasar sungai dihitung untuk mengetahui perubahan kemiringan dasar sungai yang terjadi karena adanya *groundsill*. Berdasarkan perencanaan kemiringan desain dasar sungai adalah 0,0005, minimum debit rerata adalah 1.23 m³/d dan kecepatan maksimumnya 2.23 m/d pada debit banjir periode ulang 25 tahun sehingga perencanaan *groundsill* dinyatakan aman jika dilihat pada kecepatan kritis.

Ukuran diameter batu pengisi bronjong *groundsill* ditentukan sebesar 10,16 - 20,32 cm. Untuk pengamanan *groundsill* digunakan turap dengan material kayu dengan panjang 3 m, diameter 10 cm yang dipasang pada setiap bronjong. Desain bangunan *groundsill* disajikan pada Gambar 2 berikut.

Gambar 2 Rencana Dimensi *Groundsill* sungai Krueng Jantho

Analisa Stabilitas *Groundsill*

Perhitungan analisa stabilitas meliputi :

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan pada keadaan tinggi air normal, tekanan yang ditimbulkan oleh pondasi (σ_{yib}) *groundsill* adalah sebesar 4,28 kg/cm², tekanan tanah (q_c) sebesar 27,68 kg/cm² dan daya dukung tanah (q_{ult}) sebesar 7,55 kg/cm². Nilai *safety factor* (SF) yang didapat sebesar 1,77 melebihi nilai (SF) aman sebesar 1,3 sehingga dinyatakan tanah pada konstruksi *groundsill* mampu menahan beban *groundsill* pada keadaan tinggi air normal. Untuk perhitungan yang telah dilakukan pada keadaan tinggi air banjir periode ulang 25 tahun, tekanan yang ditimbulkan oleh pondasi (σ_{yib}) *groundsill* adalah sebesar 5,35 kg/cm², tekanan tanah (q_c) sebesar 27,68 kg/cm² dan daya dukung tanah (q_{ult}) sebesar 7,55 kg/cm².

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan pada *groundsill*, gaya tekanan hidrostatik pada dasar (p_B) *groundsill* yang ditimbulkan sebesar 1.96 ton/m², gaya tekanan hidrostatik pada sisi hulu (F_x) *groundsill* sebesar 1,93 ton dan gaya angkat pada dasar (F_y) *groundsill* sebesar 8,44 ton.

Konstruksi *groundsill* dinyatakan aman terhadap guling apabila nilai momen guling (M_{PA}) lebih kecil daripada nilai momen penahan guling (M_{PGA}) dan dinyatakan aman terhadap gaya geser apabila nilai gaya hidrostatik pada sisi hulu (F_y) *groundsill* lebih kecil daripada nilai tahanan geser (T). Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan pada *groundsill*, gaya tahanan geser (T) pada *groundsill* sebesar 15 ton, momen guling (M_{PA}) sebesar 43,44 tonm dan momen penahan guling (M_{PGA}) sebesar 103,01 tonm.

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan pada *groundsill*, panjang lintasan aliran air rembesan (L_w) adalah sebesar 9,80 meter dan beda tinggi air antara hulu dan hilir (H_w) adalah sebesar 1,04 m sehingga didapat nilai banding rayapan (C_w) sebesar 9,38. Untuk Sungai Krueng Jantho daerah Desa Alue Gintung mengandung sedimen berupa pasir kasar, nilai banding rayapan (C_w) kritis berdasarkan Tabel harga kritis sebesar 5 lebih kecil dari nilai banding rayapan (C_w) hitung sebesar 9,38 sehingga *groundsill* ini dinyatakan aman terhadap gejala piping.

5. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Debit banjir rencana dengan metode distribusi Log Pearson III, didapatkan untuk periode ulang 25 tahun 248,98 m³/dt, dan periode ulang 50 tahun 274,71 m³/dt.

2. Bangunan *groundsill* yang direncanakan adalah tipe pelimpah dengan konstruksi pasangan bronjong batu dan menggunakan pondasi pasangan batu. Bangunan *groundsill* direncanakan sebanyak lima unit yang diletakkan melintang sungai Krueng Jantho pada penampang JS.02, JS.07, JS.11, JS.14, dan JS.17.
3. Dimensi *groundsill* yang direncanakan adalah, tinggi ambang 1,00 meter, tebal mercu 4,00 meter, lebar dasar 80,00 meter, sedangkan lebar pondasi 7,50 meter. Panjang lantai lindung *groundsill* direncanakan pada bagian hulu 2,00 meter, dan bagian hilir sepanjang 4,00 meter, dengan konstruksi pasangan bronjong.
4. Perubahan kemiringan dasar sungai rerata yang terjadi dengan adanya bangunan *groundsill* di lokasi perencanaan adalah dari kemiringan 0,0033 menjadi 0,0005.
5. Tanah pondasi pada lokasi perencanaan *groundsill* mampu untuk menahan gaya berat seluruh konstruksi *groundsill*. Seluruh konstruksi *groundsill* aman terhadap gaya geser, momen guling dan gejala piping.

Sesuai perhitungan dan pembahasan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan dan saran berikut.

1. Perlu dilakukan pemodelan fisik ataupun numerik untuk mengetahui seberapa efektif bangunan pengaman dasar sungai ini bekerja.
2. Dalam studi perencanaan bangunan pengaturan sungai, sebaiknya penerapannya bukan hanya diterapkan pada satu daerah atau kawasan, perlu dilakukan studi perencanaan pada lokasi lain di sungai Krueng Jantho yang rawan terjadi gerusan terhadap tebing dengan konstruksi yang sama ataupun berbeda.
3. Dalam penerapan perencanaan dan pelaksanaan bangunan pengaturan sungai secara nyata di lapangan sangat diperlukan kesadaran, pemahaman dan partisipasi masyarakat dan pemerintah.

6. Daftar Pustaka

- [1] Soewarno, *Aplikasi Metode Statistika untuk Analisis Data Hidrologi*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2010.
- [2] Limantara, L. M., *Hidrologi Praktis*, CV. Lubuk Agung, Bandung, 2010.
- [3] Sosrodarsono, S., dan Tominaga, M., *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*, Pradnya Paramita, Jakarta, 2008.
- [4] Triatmodjo, B., *Hidraulika I*, Beta Offset, Yogyakarta, 2003.
- [5] Triatmodjo, B., *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta, 2009.