

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

**Tabel 2.1. Kajian Terdahulu**

| No | Peneliti                            | Tahun | Judul   | Metode   | Hasil   |
|----|-------------------------------------|-------|---|--|---|
| 1  | Meylis Safriani & Dewi Purnama Sari | 2014  | Studi Perencanaan Bangunan Bronjong Pada Tikungan Sungai Di Desa Meunasah Buloh | Penelitian ini menggunakan teknik analisis deskriptif kuantitatif. | Berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat bahwa struktur konstruksi bronjong aman terhadap gaya guling. Hasil perhitungan stabilitas bronjong terhadap gaya geser diperoleh struktur konstruksi bronjong aman terhadap geser dimana nilai FS geser sebesar 1,58 dimana nilai ini lebih besar dari 1,5. Nilai kapasitas dukung ultimit yang diperoleh sebesar 16,84 kg/cm <sup>2</sup> sedangkan tegangan maksimum yang diperoleh 2,57 kg/cm <sup>2</sup> . Hasil perhitungan diperoleh tegangan maksimum lebih kecil dari tegangan izin maka daya dukung tanah untuk pondasi bronjong sebagai perkuatan tebing sungai aman. Berdasarkan hasil analisis, menunjukkan bahwa struktur desain konstruksi bronjong aman terhadap gaya guling, gaya geser, dan daya dukung tanah. Peletakan bangunan bronjong pada tebing sungai bagian tikungan/belokan sungai di Desa Meunasah Buloh mulai cross sungai A11 –A19 sepanjang 620 m. |
| 2  | Ifa Latifah                         | 2017  | Perencanaan Bendung Bronjong Di Sungai Paludesa Sibayu                          | Penelitian ini menggunakan teknik analisis deskriptif              | Kondisi eksisting Sungai Palu, memungkinkan dibangun Bendung Bronjong. Cara konservasi air untuk ketersediaan air di desa tersebut adalah dengan menggunakan bendung bronjong   |

|   |                         |      |   |   |   |
|---|-------------------------|------|---|---|---|
|   |                         |      | Kecamatan Balaesang Sulawesi Tengah.  | kuantitatif   | yang dilengkapi dengan sekat semi-kedap air dengan penyaluran pipa untuk pemenuhan kebutuhan air irigasi.3.Kestabilan dari bangunan tersebut, terhadap tekanan yang timbul sudah baik karena factor keamanan dari konstruksi bendung lebih 1.5, yakni sebesar 2.46.   |
| 3 | Irwan Kurniawan, Maslan | 2014 | Desain Bronjong Untuk Perkuatan Tebing Pada Hilir Jembatan Moncongloe Di Sungai Jenelata Kabupaten Gowa | Penelitian ini menggunakan teknik analisis deskriptif kuantitatif | Hasil perhitungan debit dan kecepatan aliran dapat disimpulkan bahwa Debit maksimum ( $Q_{max}$ ) : 1995,14 m <sup>3</sup> /dtk > dari Debit normal ( $Q_n$ ) : 23,98 m <sup>3</sup> /dtk, dan nilai rata-rata kecepatan aliran ( $V_{max}$ ) : 2,81 m/dtk > dari ( $V_n$ ) : 0,77 m/dtk, maka dapat di simpulkan bahwa pada debit ( $Q_{max}$ ) dan kecepatan aliran ( $V_{max}$ ) maksimun dapat menimbulkan terjadinya gerusan pada tebing sungai. |

*Sumber: Penelitian terdahulu*

## 2.2. Perencanaan

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (2012:946) rencana adalah “konsep”, perencanaan adalah “proses, cara perbuatan merencanakan (merancang). Perencanaan adalah seleksi dari berbagai alternatif untuk maksud tujuan, kebijakan, prosedur, program dan sebagainya. Maka masalah penting dalam perencanaan adalah pengambilan keputusan, yang merupakan titik tolak yang menentukan arah kegiatan ke masa depan. Menurut G. Wurstanto (2017: 13) dalam perencanaan terdapat unsur-unsur sebagai berikut :

- 1) Pemikiran rasional mengenai dugaan, perkiraan atau perhitungan untuk masa mendatang.

- 2) Pemikiran rasional itu tidak dibuat atas dasar khayalan belaka, tetapi berdasar pada fakta atau data yang obyektif.
- 3) Persiapan atau tindakan pendahuluan untuk kegiatan masa yang akan datang.
- 4) Tujuan.

Menurut G. Wurstanto (2017:25) “perencanaan menunjukkan proses aktivitas, sedangkan rencana menunjukkan hasil dari aktivitas merumuskan rencana”. Ciri-ciri suatu rencana yaitu:

- 1) Setiap rencana selalu menyangkut masalah untuk masa mendatang.
- 2) Setiap rencana selalu mengandung perumusan kegiatan yang akan dilakukan.
- 3) Setiap rencana selalu mengandung perumusan tujuan tentang tujuan yang akan dicapai.
- 4) Setiap rencana selalu dilandasi dengan suatu motif, alasan atau sebab.
- 5) Setiap rencana selalu merupakan hasil pemilihan dari berbagai alternatif, yang dibuat dengan mempergunakan berbagai macam pertimbangan dan pemikiran secara rasional.
- 6) Rencana selalu merupakan peramalan (*forecasting*), atau keadaan yang mungkin dihadapi.

### **1.3. Sungai**

#### **1.3.1. Pengertian Sungai**

Air hujan yang turun ke permukaan tanah sebagian besar mengalir ke tempat-tempat yang lebih rendah hingga akhirnya melimpah ke danau atau laut

setelah mengalami bermacam-macam perlawanan akibat gaya berat. Alur sungai adalah suatu alur yang panjang di atas permukaan bumi tempat mengalirnya air dan berasal dari hujan. Bagian yang senantiasa tersentuh aliran air ini disebut alur sungai. Dan perpaduan antara alur sungai dan aliran air di dalamnya disebut sungai (Suyono Sosrodarsono, 2008).

Defenisi di atas merupakan defenisi sungai yang alami, sedangkan menurut undang-undang tentang peraturan pemerintah RI Nomor 35 Tahun 1991 tentang sungai yaitu dalam peraturan pemerintah pasal 1 ayat 1 ini yang dimaksud dengan sungai adalah suatu tempat dan wadah-wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dengan di batasi kanan dan kirinya serta sepanjang pengalirannya oleh garis sempadan. Sungai atau saluran terbuka menurut Bambang Triatmodjo (1993) merupakan saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Pada saluran terbuka, misalnya sungai (saluran alam), variabel aliran sangat tidak teratur terhadap ruang dan waktu. Variabel tersebut adalah tampang lintang saluran, kekasaran, kemiringan dasar, belokan, debit dan sebagainya.

Sedangkan undang-undang persungai jepang menjelaskan mengenai daerah sungai sebagai berikut (Suyono Sosrodarsono, 2008):

- 1) Suatu daerah yang tofografisnya, keadaan tanamannya dan keadaan lainnya mirip dengan daerah yang didalamnya terdapat air yang mengalir secara terus-menerus termaksud tanggul sungai, tetapi tidak termaksud bagian daerah yang hanya secara sementara memenuhi keadaan tersebut diatas, yang disebabkan oleh banjir atau peristiwa alam lainnya.

- 2) Suatu daerah yang didalamnya terdapat air yang mengalir secara terus menerus.

### **1.3.2. Morfologi Sungai**

Morfologi sungai merupakan hal menyangkut tentang geometri (bentuk atau ukuran), jenis, sifat, dan perilaku sungai dengan segala aspek perubahannya dalam dimensi ruang dan waktu, dengan demikian menyangkut sifat dinamik sungai dan lingkungannya yang saling berkaitan (Sidharta S.K. 1997). Faktor dominan yang mempengaruhi terhadap pembentukan permukaan bumi adalah aliran air, termaksud didalamnya sungai permukaan. Aliran air ini melintasi permukaan bumi dan membentuk aliran sungai dan morfologi sungai tertentu. Morfologi sungai tersebut menggambarkan keterpaduan antara karakteristik abiotik (fisik –hidrologi, hidrolika, sedimen, dan lain-lain) dan karakteristik biotik (biologi atau ekologi –flora dan fauna) daerah yang dilaluinya.

Mangelsdorf & Scheurmann (1980) dalam Agus Maryono 2009 mengusulkan empat faktor utama yang berpengaruh terhadap pembentukan alur morfologi sungai selain sosia-antropogenetik, yaitu tektonik, geologi, iklim, dan vegetasi. Hubungan antara faktor-faktor tersebut di sajikan pada grafik di bawah ini. Proses tektonik, adanya geografi tanah dan batuan, perubahan iklim, serta vegetasi merupakan syarat awal terjadinya alur morfologi sungai.

### **1.3.3. Struktur Sungai**

Struktur sungai dapat dilihat dari tepian aliran sungai (tanggul sungai), alur bantaran, bantaran sungai dan tebing sungai, yang secara rinci di uraikan sebagai berikut :

- 1) Alur dan tanggul sungai. Alur sungai adalah bagian dari muka bumi yang selalu berisi air yang mengalir yang bersumber dari aliran limpasan, aliran sub surface run-off, mata air di bawah tanah (base flow).
- 2) Dasar dan gradien sungai. Dasar sungai sangat bervariasi dan sering mencerminkan batuan dasar yang keras. Jarang di temukan bagian yang rata, kadangkala bentuknya bergelombang, landai atau dari bentuk keduanya sering terendapkan material yang terbawa oleh aliran sungai (endapan lumpur), tebal tipisnya dasar sungai sangat di pengaruhi oleh batuan dasarnya.
- 3) Bantaran sungai. Bantaran sungai merupakan bagian dari struktur sungai yang sangat rawan. Terletak antara badan sungai dengan tanggul sungai, mulai dari tebing sungai hingga bagian yang datar. Peranan fungsinya cukup efektif sebagai penyaring (filter nutrient), menghambat aliran permukaan dan pengendali besaran laju erosi. Bantaran sungai merupakan habitat tetumbuhan yang spesifik (vegetasi riparian), yaitu tumbuhan yang komunitasnya tertentu mampu mengendalikan air pada saat musim penghujan dan kemarau.
- 4) Tebing sungai. Bentang alam yang menghubungkan antara dasar sungai dengan tanggul sungai disebut dengan “tebing sungai”.Tebing sungai umumnya membentuk lereng atau sudut lereng, yang tergantung dari medannya. Semakin terjal akan semakin besar sudut lereng yang terbentuk. Tebing sungai merupakan habitat dari komunitas vegetasi

riparian, kadangkala sangat rawan longsor karena batuan dasarnya sering berbentuk cadas.

- 5) Alur Sungai. Suatu alur sungai dapat dibagi menjadi tiga bagian. Tiga bagian itu adalah bagian hulu, tengah dan hilir.
  - a. Bagian Hulu. Hulu sungai merupakan daerah konservasi dan juga daerah sumber erosi karena memiliki kemiringan lereng yang besar (lebih besar dari 15%). Alur di bagian hulu ini biasanya mempunyai kecepatan yang lebih besar dari bagian hilir, sehingga saat banjir material hasil erosi yang diangkut tidak saja partikel sedimen yang halus akan tetapi juga pasir, kerikil bahkan batu.
  - b. Bagian Tengah. Bagian ini merupakan daerah peralihan dari bagian hulu dan hilir. Kemiringan dasar sungai lebih landai sehingga kecepatan aliran relatif lebih kecil dari bagian hulu. Bagian ini merupakan daerah keseimbangan antara proses erosi dan sedimentasi yang sangat bervariasi dari musim ke musim.
  - c. Bagian Hilir. Alur sungai di bagian hilir biasanya melalui dataran yang mempunyai kemiringan dasar sungai yang landai sehingga kecepatan alirannya lambat. Keadaan ini menyebabkan beberapa tempat menjadi daerah banjir (genangan) dan memudahkan terbentuknya pengendapan atau sedimen. Endapan yang terbentuk biasanya berupa endapan pasir halus, lumpur, endapan organik, dan jenis endapan lain yang sangat stabil.

#### 1.4. Gerusan Tebing Sungai

Gerusan tebing sungai adalah pengikisan tanah pada tebing-tebing sungai dan penggerusan dasar sungai oleh aliran air sungai. Menurut Laursen (1952) dalam Mulyandari (2010), gerusan adalah pembesaran dari suatu aliran yang disertai oleh pemindahan material melalui aksi gerak fluida. Bresuers dan Raudviki (1991) dalam Mulyandari (2010), membagi gerusan yang terjadi pada suatu struktur berdasarkan dua kategori yaitu :1. Tipe dari gerusan

- a. Gerusan Umum (General Scour), gerusan umum ini merupakan suatu proses alami yang terjadi pada sungai.
- b. Gerusan di lokalisir (Constriction Scour) gerusan ini terjadi akibat penyempitan di alur sungai sehingga aliran menjadi terpusat.
- c. Gerusan Lokal (Local Scour), gerusan lokal ini pada umumnya diakibatkan oleh adanya bangunan air misalnya ; tiang, pilar jembatan, dan lain-lain.

Gerusan yang terjadi di dekatar penyempitan saluran akibat keberadaan bangunan akibat sistem pusaran (vortex sistem) yang timbul karena terhalangnya aliran akibat penyempitan tersebut. vortex sistem yang menyebabkan adanya lubang gerusan tersebut di mulai dari sebelah hulu penyempitan (hulu bangunan) yaitu saat mulai munculnya komponen aliran dari arah bawah. Selanjutnya pada bagian bawah komponen tersebut , aliran akan terbalik arah menjadi vertikal yang kemudian di ikuti dengan terbawanya material dasar sehingga terbentuk aliran spiral di daerah gerusan.

Menurut Laursen (1952) dalam Legono (1990), sifat alami gerusan mempunyai fenomena sebagai berikut :a. Besar gerusan akan sama dengan selisih



antara jumlah material yang ditranspor keluar daerah gerusan dengan jumlah material yang ditranspormasuk kedalam daerah gerusan.b.Besar gerusan akan berkurang apabila penampang basah didaerah gerusan bertambah (misal : karena erosi)c.Untuk kondisi aliran akan terjadi suatu keadaan gerusan yang disebut gerusan batas, besarnya akan asimtotik terhadap waktu

Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Kedalaman Gerusan:

1. Tinggi muka air sungai.
2. Kemiringan dasar sungai.
3. Debit aliran sungai.
4. Jenis butiran dasar sungai dan jenis butiran yang dibawa aliran.
5. Penampang sungai dan bangunan yang ada.

## **2.5. Bangunan Pengaturan Sungai**

### **2.5.1. Perkuatan Lereng**

Perkuatan lereng/*Revetments* merupakan struktur perkuatan yang ditempatkan di tebing sungai untuk menyerap energi air yang masuk guna melindungi suatu tebing alur sungai atau permukaan lereng tanggul terhadap erosi dan limpasan gelombang (*overtopping*) ke darat dan secara keseluruhan berperan meningkatkan stabilitas alur sungai atau tubuh tanggul yang dilindungi.

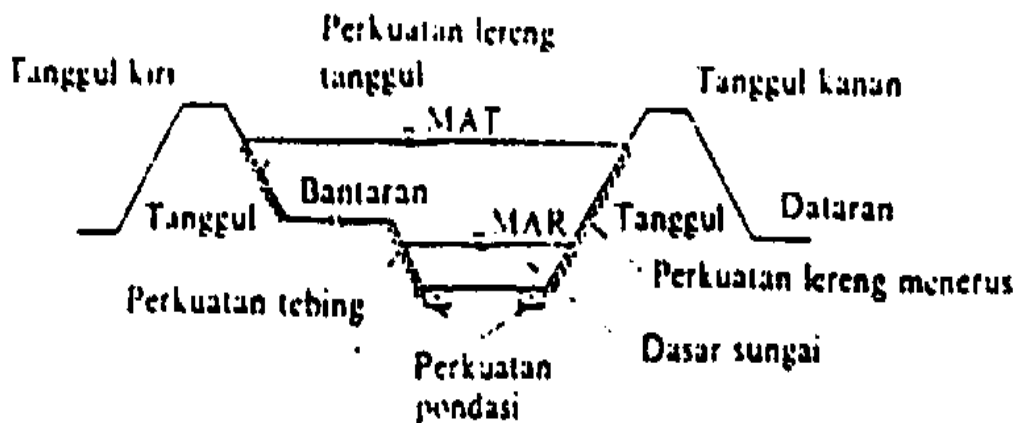
Telah terjadi pengembangan yang sangat lanjut terhadap konstruksi salah satu bangunan persungai yang sangat vital ini dan pada saat telah di mungkinkan memilih salah satu konstruksi, bahan dan cara pelaksanaan yang paling cocok di sesuaikan dengan berbagai kondisi setempat. Walaupun demikian

konstruksi perkuatan lereng secara terus menerus di kembangkan dan disempurnakan.

### 2.5.2. Klasifikasi dan Konstruksi Perkuatan Lereng

a. Klasifikasi berdasarkan lokasi

Berdasarkan lokasi, perkuatan lereng dapat dibedakan dalam 3 jenis, yaitu perkuatan lereng tanggul (*levee revetment*), perkuatan tebing sungai (*low water revertment*) dan perkuatan lereng menerus (*high water revetment*).



Gambar 2.1. Jenis-jenis perkuatan lereng (Dr. Ir. Suyono Sosrodarsono)

1. Perkuatan lereng tanggul

Dibangun pada permukaan lereng tanggul guna melindungi terhadap gerusan rus sungai dan konstruksi yang kuat perlu dibuat pada tanggutanggul yang sangat dekat dengan tebing alur sungai atau apabila diperkirakan terjadi pukulan air (*water hummer*).

2. Perkuatan tebing sungai

Perkuatan semacam ini diadakan pada tebing alur sungai, guna melindungi tebing tersebut terhadap gerusan alur sungai dan mencegah proses meander pada

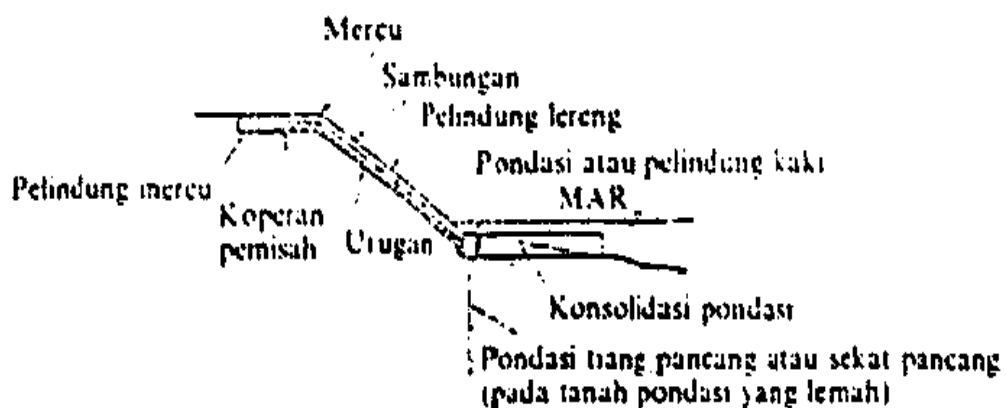
alur sungai. Selain itu harus diadakan pengamanan-pengamanan terhadap kemungkinan kerusakan terhadap bangunan semacam ini, karena disaat terjadi banjir bangunan tersebut akan tenggelam seluruhnya.

### 3. Perkuatan lereng menerus

Perkuatan lereng menerus dibangun pada lereng tanggul dan tebing sungai secara menerus (pada bagian sungai yang tidak ada bantarannya).

#### b. Konstruksi perkuatan lereng

Konstruksi perkuatan lereng umumnya seperti yang tertera pada gambar (7.Konstruksi perkuatan lereng) dengan kombinasi-kombinasi sebagai uraian dibawah ini.



Gambar 2.2. Konstruksi perkuatan lereng (Dr. Ir. Suyono Sosrodarsono)

#### 1. Pelindung lereng

Pelindung lereng merupakan bagian utama dari bangunan perkuatan kereng dan dimaksudkan untuk melindungi perkuatan lereng tanggul atau permukaan tebing sungai terhadap gerusan arus sungai. Pemilihan konstruksi pelindung lereng haruslah didasarkan pada resim sungai atau lokasinya.

## 2. Pondasi dan pelindung kaki

Pondasi adalah semacam konstruksi yang akan berfungsi sebagai landasan/tumpuan pelindung lereng atau penempatannya pada kaki tanggul atau kaki lereng sungai. Mengingat sebab utama kerusakan perkuatan lereng diawali dengan kerusakan pondasinya, maka pondasi dan pelindung kaki harus dikerjakan dengan sangat hati-hati.

## 3. Sambungan

Sambungan dibuat pada setiap jarak 20 m perkuatan lereng, sebagai sambungan pemisah konstruktif, guna melokalisir kemungkinan kerusakan. Selain itu apabila lereng yang dilindungi cukup tinggi, maka diadakan pula sambungan memanjang.

## 4. Konsolidasi

Guna lebih menjamin stabilitas pondasi dan melindungi terhadap gerusan arus sungai, maka di atas permukaan dasar sungai di depan pondasi ditempatkan hamparan pelindung atau konsolidasi pondasi yang dapat berfungsi pula untuk melindungi permukaan dasar sungai terhadap gerusan. Adapun jenis, dimensi serta metode pelaksanaannya sangatlah beraneka ragam dan sangat bergantung pada kondisi setempat.

## 5. Pelindung mercu

Permukaan tebing alur sungai dan permukaan lereng tanggul yang karena fungsi dan dimensinya mungkin tenggelam di saat terjadi banjir besar dan tidak mengalami kerusakan-kerusakan diperlukan adanya pelindung pada bagian mercunya.

### c. Perencanaan Perkuatan Lereng

Pada tahapan perencanaan (planning) untuk perkuatan lereng haruslah diperlukan secara seksama pengaruh-pengaruh arus sungai, proses pergeseran alur sungai, perilaku meander dan gerusan pada belokanbelokan sungai.

#### 1) Proses Perubahan Alur Sungai

Proses perubahan alur sungai dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu perubahan menyeluruh dan perubahan setempat. Perubahanperubahan setempat adalah gejala-gejala longsor tebing sungai, pembentukan gosong-gosong pasir, pengendapan-pengendapan pola belokan dalam dan gerusan pada belok luar serta perpindahan mendadak alur sungai.

Dalam merencanakan perbaikan sungai secara keseluruhan yang paling utama adalah pembuatan rencana denah dan penampang memanjang serta penampang melintang sungai, demikian agaimencapai bentuk sungai yang paling tebal, yakni mendekati bentuk kestabilan pada periode-periode yang terakhir masa existensinya. Dengan demikian perkuatan-perkuatan diperlukan hanyalah padaruas-ruas sungai yang sangat labilatau bagianbagian sungai yang mungkin tergerus akibat perubahan setempat saja.

Dengan demikian pekerjaan perkuatan-perkuatan lereng akan sangat terbatas dan kestabilannya dapat diandalkan serta sungai secara keseluruhan akan stabil pula. Jadi tahapan perencanaan perbaikan sungai haruslah dimulai dengan mempelajari bentuk stabil optimal yang diinginkan oleh perilaku sungaidan jangka waktu yang diinginkan untuk mempertahankan bentuk stabil optimal tersebut.

## 2) Gejala Meander

Sepanjang existensinya sungai sebagai suatu kesatuan senantiasa bergerak, sehingga secara visual sungai berbelok-belok mengikuti pola-pola tertentu yang disebut meander. Akibat dari gejala meander ini, maka ada bagian tebing sungai yang tergerus, ada bagian yang menjadi tempat pengendapan sedimen dan setelah bagian sungai mencapai tahapan meander yang kritis, maka terjadilah perpindahan alur sungai secara alamiah (sedotan alamiah). Dengan demikian gejala meander pada sungai dapat menyebabkan tergosnya kaki tanggul yang lambat laun dapat menjebolkan tanggul dan menimbulkan malapetaka yang besar adapun perilaku dari sungai-sungai yang stabil adalah sungai-sungai dengan perubahan yang sangat lambat, sehingga proses meander berjalan secara lambat pula.

Dengan demikian bentuk sungai berubah secara amat lambat. Jadi agar dapat dicapai kondisi sungai yang stabil haruslah direncanakan suatu trase alur sungai dengan belokan-belokan yang tidak terlalu tajam, dengan panjang dan amplitudo tertentu. Selanjutnya baru dapat ditentukan rencana trase tanggul sebagai satu kesatuan dengan penentuan trase alur sungai dalam rangka perbaikan dan pengaturan sungai secara menyeluruh. Akhirnya dapat ditetapkan trase perkuatan lereng perkuatan lereng pada lereng tanggul, tebing sungai dan lain-lain dengan segala perlengkapannya, seperti pondasinya, pelindung pondasi, dan krib-krib, dapat ditetapkan secara rasional baik ditinjau dari segi hidrolika maupun ditinjau dari segi konstruksinya.

### 3) Hidrolika Pada belokan-belokan sungai

Masalah utama dari proses meander adalah gerusan dan pengendapan pada bagian sungai yang berkelok-kelok, dimana terjadi pengendapan sedimen pada belokan dalam dan gerusan pada belokan luarnya

### 4) Rencana trase perkuatan lereng

Penentuan trase perkuatan lereng didasarkan pada karakteristik sungai, terutama yang berkaitan dengan perilaku meander sungai, serta perubahan-perubahan alur sungai secara lokal baik vertical maupun horizontal. Selain itu harus diperhatikan pula data yang tercatat secara pengalaman di masa-masa yang lalu. Dan secara garis besarnya hal-hal yang perlu diperhatikan dalam merencanakan trase perkuatan lereng adalah sebagai berikut :

- a. Penentuan trase perkuatan lereng harus dicocokkan dengan kondisi lapangan baik untuk meningkatkan ketelitiannya terhadap bentuk-bentuk meander sungainya maupun untuk mempertimbangkan hal-hal yang menyangkut pelaksanaannya, sehingga dapat ditetapkan metode pelaksanaan yang cocok dengan kondisi setempat.
- b. Kurva trase perkuatan lereng diusahakan sebesar mungkin supaya arah trase rencana sesuai dengan arah aliran saat terjadi banjir besar. Apabila kurvanya terlalu kecil, lengkungannya akan terlalu tajam dan kecepatan arus akan meningkat akibat timbulnya gaya sentrifugal dan penggerusan pada dasar sungai di tempat tersebut akan mudah terjadi dan daya rusak arus terhadap konstruksi perkuatan lereng akan meningkat pula.

- c. Trase perkuatan lereng ditempatkan sedemikian rupa sehingga dapat dihindarkan pusaran-pusaran yang tidak teratur. Pusaran-pusaran dapat merusak perkuatan lereng itu sendiri bahkan dapat membahayakan bangunan-bangunan sungai yang berdekatan dengan lokasi pusaran tersebut.
- d. Trase perkuatan tebing alur sungai ditempatkan lebih kebelakang. Biaya pembangunan perkuatan tebing alur sungai umumnya sangat tinggi dan harganya akan semakin meningkat apabila posisinya semakin ke tengah alur sungai.
- e. Pemilihan lokasi perkuatan lereng haruslah dibatasi pada bagian sungai yang diperlukan saja, yaitu bagian-bagian tebing atau tanggul yang dapat tergerus dan bagian yang dapat terjadi pukulan air. Mengingat biaya konstruksi perkuatan lereng yang sangat tinggi.
- f. Panjang perkuatan lereng ditetapkan secara empiris yang didasarkan atas karakteristik sungai, kondisi setempat, kemiringan sungai dan debit sungai.
- g. Tinggi perkuatan lereng biasanya disamakan dengan elevasi permukaan banjir rencana. Akan tetapi pada sungai-sungai yang cukup penting, maka perkuatan lereng dibuat hingga mencapai mercu tanggul yang akan dilindungi, yaitu pada sungai-sungai yang arusnya deras dan sungai-sungai yang karena lebarnya, kadang-kadang dapat terjadi ombak yang cukup tinggi.

## **2.6. Penanggulangan Gerusan Tebing Sungai dengan Bronjong**

Daerah yang dilindungi revertment adalah daratan tepat di belakang bangunan. Permukaan bangunan yang menghadap arah datangnya gelombang dapat berupa sisi vertikal atau miring. Bangunan ini bisa terbuat dari pasangan



batu, beton, tumpukan pipa (buis) beton, turap, kayu, bronjong ataupun beberapa jenis revertment yang di produksi oleh pabrik. Namun yang sering di jumpai di lapangan adalah revertment yang terbuat dari tumpukan batu dengan lapis luarnya terdiri dari batu dengan ukuran yang lebih besar. Adapun salah satu jenis revertment penanggulangan gerusan pada tebing sungai yaitu bronjong.

### **2.6.1. Spesifikasi Bronjong.**

Spesifikasi teknis untuk kawat bronjong digunakan acuan SNI 03-0090-1999, tentang mutu dan uji bronjong dan kawat bronjong. Dalam acuan SNI tersebut mendeskripsikan bahwa yang dimaksud dengan Bronjong adalah kotak yang terbuat dari anyaman kawat baja berlapis seng yang pada penggunaannya diisi batu-batu untuk pencegah erosi yang dipasang pada tebing-tebing, tepi-tepi sungai, yang proses penganyamannya menggunakan mesin.

Bangunan bronjong adalah struktur yang tidak kaku, oleh karena itu bronjong dapat menahan gerakan baik vertikal maupun horizontal dan apabila runtuh masih bisa dimanfaatkan lagi. Selain itu bronjong mempunyai sifat yang lolos terhadap air, sehingga air dapat terus lewat sementara pergerakan tanah dapat ditahan oleh bronjong. Bronjong pada umumnya dipasang pada kaki lereng, biasanya berfungsi sebagai penahan longsor, dapat juga berfungsi mencegah penggerusan atau erosi tanah. Keberhasilan penggunaan bronjong sangat tergantung dari kemampuan bangunan ini untuk menahan geseran pada tanah di bawah alasnya. Oleh karena itu, bronjong harus diletakkan pada lapisan yang mantap dengan kuat geser besar di bawah bidang gelincir. (Bina Marga, 1986).

Bronjong dapat menahan longsoran apabila gaya dorong yang terjadi lebih rendah daripada gaya gesek statik. Struktur bronjong sebaiknya dikombinasikan dengan pelandaian lereng. Dasar bronjong sebaiknya diletakkan pada batuan dasar untuk mengurangi gerusan dasar bronjong. Keuntungan menggunakan bronjong menurut Hardiyatmo (2006) adalah tidak memerlukan pelat pondasi, tidak rusak oleh penurunan tanah yang tidak seragam. Keuntungan Kawat Bronjonga:

- a. Cukup tahan lama.
- b. Fleksibel, dapat mengikuti perubahan keadaan.
- c. Tidak memerlukan drainase.
- d. Dapat dikerjakan oleh setiap pekerja yang terlatih dan untuk mengisi bronjong dapat dipakai batu kali atau batu pecahan dan pula dapat dikerjakan dalam waktu pendek.

### 2.6.2. Dimensi Bronjong

Ukuran bronjong kawat bentuk I, menurut SNI 03-0090-1999, adalah seperti berikut :

Tabel 2.1. Ukuran Kawat Bronjong

| Kode | Ukuran (m) |       |        | Jumlah | Kapasitas |
|------|------------|-------|--------|--------|-----------|
|      | Panjang    | Lebar | Tinggi | Sekat  | M3        |
| A    | 2          | 1     | 1      | 1      | 2         |
| B    | 3          | 1     | 1      | 2      | 3         |
| C    | 4          | 1     | 1      | 3      | 4         |
| D    | 2          | 1     | 0,5    | 1      | 1         |
| E    | 3          | 1     | 0,5    | 2      | 1,5       |
| F    | 4          | 1     | 0,5    | 3      | 2         |

(Sumber: SNI 03-0090-1999 Kementerian Pekerjaan Umum Badan Pembinaan Konstruksi)

Kolom kode menunjukkan ukuran bronjong kawat sedangkan untuk ukuran anyaman bronjong kawat 80 x 100 mm. Dalam hal ini kami menggunakan

bronjong Kode D dengan dimensi 2 x 1 x 0,5 (m). Untuk menghitung kapasitas

Bronjong menggunakan rumus :

$$G = V \cdot B_j \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

G = Berat Bronjong (ton)

V = Volume Bronjong (m<sup>3</sup>)

B<sub>j</sub> = Berat jenis batu (ton)

## 2.7 Analisa Hidrologi

### 2.7.1 Distribusi Normal

Distribusi Normal adalah simetris terhadap sumbu vertikal dan berbentuk lonceng yang disebut juga distribusi *gauss*. Harto (2013), memberikan sifat-sifat distribusi normal, yaitu nilai koefisien kemencengan (*skewness*)  $C_s \approx 0$  dan nilai koefisien kurtosis  $C_k \approx 3$ .

$$X_T = \bar{X} + KT \cdot s \dots\dots\dots \text{persamaan (2.2)}$$

Dimana:

$X_T$  = perkiraan nilai pada T-tahun

$\bar{X}$  = nilai rata-rata sampel

$KT$  = faktor frekuensi

$s$  = standar deviasi.

### 2.7.2 Distribusi Log Normal

Menurut Harto (2013), jika variabel acak  $y = \log x$  terdistribusi secara normal, maka  $x$  dikatakan mengikuti distribusi Log Normal, dalam model matematik dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$Y_T = + K_T \cdot S \dots\dots\dots \text{persamaan (2.3)}$$

Dimana:

Y<sub>T</sub> = perkiraan nilai pada T-tahun

Y = adalah nilai rata-rata sampel

K<sub>T</sub> = adalah faktor frekuensi

s = adalah standar deviasi.

Ciri khas statistik distribusi Log Normal adalah nilai koefisien *skewness* sama dengan tiga kali nilai koefisien variasi (Cv) atau bertanda positif.

### 2.7.3 Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel Perhitungan curah hujan rencana menurut metode Gumbel, mempunyai perumusan sebagai berikut:

$$X = + K \cdot s \dots\dots\dots \text{persamaan (2.4)}$$

Dimana:

X = nilai rata-rata

s = adalah standar deviasi

K = faktor frekuensi. Ciri khas distribusi Gumbel adalah nilai *skewness* sama dengan 1,396 dan kurtosis (Ck) = 5,4002.

### 2.7.4 Distribusi Log Person Type III

Distribusi Log-Person Tipe III banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrem. Bentuk kumulatif dari distribusi log-person tipe III dengan nilai variatnya X apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik (logarithmic probability paper) akan merupakan model matematik persamaan

garis lurus. Perhitungan curah hujan menurut metode log-person tipe III, mempunyai langkah-langkah dan persamaan sebagai berikut:

1. Mengubah data curah hujan harian maksimum tahun dalam bentuk logaritma
2. Menghitung nilai rata-rata logaritma dengan rumus:

$$\log X T = \log X + K s \dots\dots\dots \text{persamaan (2.5)}$$