

SKRIPSI

**STUDI PERKUATAN LERENG MENGGUNAKAN BRONJONG PADA
SUNGAI PAPPА KABUPATEN TAKALAR**



DERMAWANSYAH RIZAL
105811107717

TAKDIR YONEL A.
105811107517

**JURUSAN TEKNIK PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

2022



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Demawansyah Rizal** dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 11077 17 dan **Takdir Yonel Alisabana** dengan nomor induk mahasiswa 105 81 11075 17, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0009/SK-Y/22201/091004/2022, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari selasa tanggal 30 Agustus 2022.

Makassar, 03 Safar 1444 H
30 Agustus 2022 M

Panitia Ujian:

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT

2. Penguji:

a. Ketua : Dr. Ir. H. Riswal K, ST., MT., IPM

b. Sekretaris : Ir. Andi Bunga Tongeng, ST., MT

3. Anggota: 1. Dr.Ma'rufah,SP.,MP

2. Dr. Fithriyah Arief Wangsa, ST., MT

3. Muh. Amir Zainuddin, ST., MT., IPM

Mengetahui:

Pembimbing I

Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM

Pembimbing II

Asnita Virlyani, ST., MT

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM

NBM 796.108

DEKA



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA TQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin, No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : www.unismuh.ac.id, e-mail : unismuh@gmail.com

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir ini di ajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **STUDI PERKUATAN LERENG MENGGUNAKAN BRONJONG PADA SUNGAI PAPPABUEN TAKALAR**

Nama : **DERMAWANSYAH RIZAL**

TAKDIR YONEL ALISABANA

No. Stambuk : 105 81 11077 17

105 81 11075 17

Makassar, 2 September 2022

Telah Diperiksa dan Disetujui

Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM


Asnita Virlayani, ST., MT

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Pengairan



Ir. M. Aguslim, S.T., M.T
NBM : 947 993

STUDI PERKUATAN LERENG MENGGUNAKAN BRONJONG PADA SUNGAI PAPPa KABUPATEN TAKALAR

Dermawansyah Rizal¹⁾, Takdir Yonel Alisabana¹⁾, Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM²⁾, Asnita Virlayani, ST., MT²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

²⁾Dosen Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar
Jl. Sultan Alauddin No. 259, Makassar 90221, Indonesia
Email : dermawansyah.r@gmail.com, takdiryonel.a@gmail.com

ABSTRAK

Sungai Pappa merupakan sungai yang berada di Kecamatan Polongbangkeng Selatan Kabupaten Takalar Provinsi Sulawesi Selatan. Sungai ini berada di wilayah Desa Lantang Kecamatan Polongbangkeng Selatan. Secara geografis terletak $5^{\circ}24'24''$ LS dan $119^{\circ}33' - 119^{\circ}31'04''$ BT. Kota Takalar tidak terlepas dari bencana banjir. Salah satu dampak banjir yang terjadi yaitu kerusakan pada lereng sungai. Melihat besarnya dampak yang terjadi akibat pengaruh hujan dan banjir terhadap kerusakan lereng, maka penelitian ini sangat penting dilakukan guna untuk keperluan perbaikan lereng. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bentuk dan dimensi perencanaan perkuatan lereng yang efektif di Sungai Pappa Kabupaten Takalar. Analisa yang dilakukan meliputi desain ukuran bronjong dan stabilitas bronjong. Desain ukuran bronjong yang digunakan adalah bronjong kode D dengan dimensi $2 \times 1 \times 0,5$ (m). Hasil perhitungan stabilitas terhadap guling diperoleh $5,82 > 1,5$ (aman). Hasil perhitungan stabilitas terhadap geser diperoleh $4,34 > 1,5$ (aman). Berdasarkan hasil analisis, menunjukkan bahwa struktur desain konstruksi bronjong aman terhadap gaya guling dan gaya geser. Peletakan bangunan bronjong pada tebing di bagian hilir sungai Jenelata sepanjang 200 meter.

Kata Kunci: banjir, perkuatan tebing, bronjong

ABSTRAK

Pappa River is a river located in South Polongbangkeng District, Takalar Regency, South Sulawesi Province. This river is located in Lantang Village, South Polongbangkeng District. Geographically, it is located $5^{\circ}24'24''$ South Latitude and $119^{\circ}33' - 119^{\circ}31'04''$ East Longitude. Takalar City cannot be separated from the flood disaster. One of the impacts of flooding that occurs is damage to river slopes. Seeing the magnitude of the impact that occurs due to the influence of rain and flooding on slope damage, this research is very important to be carried out for slope repair purposes. This study aims to determine the shape and dimensions of effective slope reinforcement planning in the Pappa River, Takalar Regency. The analysis carried out includes the design of the gabion size and the stability of the gabion. The gabion size design used is code D gabions with dimensions of $2 \times 1 \times 0.5$ (m). The results of the calculation of stability against bolstering obtained $5.82 > 1.5$ (safe). The results of the calculation of stability against shear obtained $4.34 > 1.5$ (safe). Based on the results of the analysis, it shows that the design structure of the gabion construction is safe against overturning and shearing forces. The laying of the gabion building on the cliff at the lower reaches of the Jenelata river is 200 meters long.

Keywords: flood, cliff reinforcement, gabion

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Syukur Alhamdulillah kami panjatkan atas kehadiran Allah Azza Wa Jalla, karena rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas ini dengan baik.

Tugas ini merupakan salah satu persyaratan kami dalam rangka menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Jurusan Sipil Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas kami adalah **“PERENCANAAN PERKUATAN LERENG MENGGUNAKAN BRONJONG DI SUNGAI PAPPABUPATEN TAKALAR”**

Melalui skripsi ini kami mengucapkan terima kasih atas segala bantuan, bimbingan, saran dan petunjuk sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini kami ingin menyampaikan rasa hormat dan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Ibu Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak M. Agusalim, ST., MT selaku Ketua Prodi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Ibu Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST., MT., IPM selaku Pembimbing I dan Bapak Dr. Ibu Asnita Virlyani, ST., MT selaku Pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu dalam membimbing kami.

5. Bapak dan Ibu Dosen serta para Staf Administrasi pada Jurusan Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Saudara/saudari kami di Fakultas Teknik khususnya Angkatan AKURASI 2017, sahabat sepanjang masa.
7. Ayah dan Ibu yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan dukungan secara moril maupun material.

Serta semua pihak yang telah membantu kami. Selaku manusia biasa tentunya kami tak luput dari kesalahan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang konstruktif sangat diharapkan demi penyempurnaan penulisan ini.

"Billahi Fii Sabilil Hak Fastabiqul Khaerat"

Makassar, 2 September 2022

Penulis



Dermawansyah R dan Takdir Yonel A.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
PERSETUJUAN JUDUL	
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR NOTASI	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	4
E. Batasan Masalah	4
F. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Sungai	6
1. Defenisi Sungai	6
2. Morfologi Sungai	7
3. Perilaku Sungai	8
4. Bentuk-Bentuk Sungai	9

5. Struktur Sungai	10
6. Alur Sungai	12
7. Pengendali Daya Rusak Air	13
B. Bangunan Pengaturan Sungai	13
1. Perkuatan Lereng	13
2. Klasifikasi dan Konstruksi Perkuatan Lereng	14
C. Penanggulangan Gerusan Tebing Sungai dengan Bronjong	20
1. Spesifikasi Bronjong	21
2. Keuntungan Kawat Bronjong	22
3. Kekurangan Bronjong	22
4. Dimensi Bronjong	23
5. Estimasi Biaya	24
6. Matrix Penelitian Terdahulu	28
BAB III. METODE PENELITIAN	31
A. Lokasi dan Waktu Penelitian	31
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data	32
C. Alat dan Bahan Penelitian	33
D. Prosedur Penelitian	33
E. Analisa Data	34
F. Flow Chart/ Bagan Penelitian	35
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	36
A. Bronjong	36

1. Dimensi Bronjong	36
2. Analisis Kapasitas Bronjong	37
3. Menghitung Stabilitas Guling dan Stabilitas Geser.....	39
4. Desain Bronjong.....	42
5. RAB Bronjong	42
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN	47
A. Kesimpulan	47
B. Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Sistem proses pembentukan dasar sungai / morfologi sungai	8
2. Bentuk-bentuk sungai buatan maupun alamiah	9
3. Bentuk morfologi sungai dimodifikasi	10
4. Jenis-jenis perkuatan lereng	14
5. Konstruksi Perkuatan Lereng	15
6. Bronjong batu	21
7. Sketsa Lereng Dengan Bronjong	26
8. Lokasi penelitian	31
9. Bagan alur penelitian	35
10. Gambar Potongan Dinding Penahan Tanah Bronjong	38
11. Sketsa Diagram Tekanan Tanah	39
12. Sketsa Desain bronjong Sungai Pappa	42

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Ukuran Kawat Bronjong.....	23
2. Analisa Harga Satuan Bronjong 1 M3 Kawat 3 mm	27
3. Analisa Harga Satuan Bronjong 1 M3 Kawat 4 mm	27
4. Analisa Harga Satuan Bronjong 1 M3 Kawat 5 mm	27
5. Penelitian Terdahulu	28
6. Ukuran Kawat Bronjong.....	37
7. Tabel Perhitungan Momen Tahanan	40
8. Tabel Perhitungan Momen Guling	40
9. Daftar harga satuan pekerjaan bronjong 1 m ³ untuk kawat 3mm	43
10. Analisa Harga	44

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

W	= berat tanah yang akan longsor (kN)
F	= factor keamanan
L_{AC}	= Panjang lengkungan
C	= Kohesi (kN/m^2)
R	= Jari-jari bidang longsor yang ditinjau (m)
y	= Jarak pusat berat W terhadap O (m)
X_i, X_r	= gaya geser efektif disepanjang sisi irisan
E_i, E_r	= gaya normal efektif disepanjang sisi irisan
T_i	= resultan gaya geser efektif yang bekerja sepanjang dasar irisan
N_i	= resultan gaya normal efektif yang bekerja sepanjang dasar irisan
U_i, U_r	= tekanan air pori yang bekerja dikedua sisi irisan
U_i	= tekanan air pori di dasar irisan
K	= faktor frekuensi
Sx	= standar deviasi
A	= luas daerah aliran sungai (m^2)
C	= angka pengaliran (tak terdefenisi)
Q	= debit aliran ($\text{m}^3/\text{det.}$)
V	= kecepatan aliran ($\text{m}^3/\text{det.}$)
A	= luas penampang (m^2)

R	= Jari-jari Hidrolis (m)
P	= Keliling Basah Sungai (m)
n	= Koefisien Manning
b	= Lebar Sungai (m)
L	= Jarak Perseksi
m	= Kemiringan Talud
Fr	= Angka Froude
v	= Kecepatan rata-rata aliran (m/det)
h	= Kedalaman air (m)
g	= Gaya gravitasi
I	= Kemiringan saluran
G	= Berat Bronjong (ton)
V	= Volume Bronjong (m ³)
Bj	= Berat jenis batu (ton)



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sungai adalah saluran terbuka yang terbentuk secara alami di muka bumi yang mengalir menurut kondisi permukaan bumi dari mata air melewati beberapa alur sungai menuju ke danau atau laut secara dinamis. Air yang mengalir di dalam sungai akan mengakibatkan penggerusan tanah dasarnya. Gerusan merupakan fenomena alam yang terjadi karena erosi terhadap aliran air pada dasar dan tebing saluran alluvial atau proses menurunnya atau semakin dalamnya dasar sungai di bawah elevasi permukaan alami (datum) karena interaksi antara aliran dengan material dasar sungai (Hoffmans and Verheij, 1997 dalam Rahmadani, 2014).

Proses gerusan tebing sungai dapat terjadi karena adanya perubahan morfologi sungai berupa tikungan dan pelebaran sungai akibat aliran air sungai yang mengalami kenaikan tinggi muka air. Penambahan gerusan akan terjadi dimana ada perubahan setempat dari geometri sungai seperti karakteristik tanah dasar setempat. Terjadinya gerusan-tebing sungai tersebut akan menyebabkan perubahan pola aliran yang mengakibatkan terjadinya pelebaran disekitar tebing sungai tersebut (Hoffmans and Verheij, 1997 dalam Rahmadani, 2014).

Banyak kasus yang terjadi di berbagai sungai mengenai kerusakan tebing sungai yang diakibatkan oleh gerusan, salah satunya di Sungai Pappa yang berada di Desa Lantang Kecamatan Polongbangkeng Selatan Kabupaten Takalar Provinsi Sulawesi Selatan. Kerusakan tebing sungai yang terjadi setiap

tahunnya di sungai tersebut semakin parah terutama di musim penghujan. Bagian kerusakan yang parah yaitu pada bagian tikungan sungai. Hal ini dikarenakan aliran sungai pada belokan atau tikungan sungai lebih cepat jika dibandingkan dengan sungai yang berpenampang lurus. Berdasarkan survey awal, perkebunan masyarakat yang berada di dekat tepi sungai terkikis akibat gerusan, bahkan ada perumahan penduduk yang jaraknya sudah mendekati sungai.

Hal itu disebabkan oleh adanya perubahan kecepatan aliran dan terjadinya banjir pada tanggal 8 Desember 2021 yang mengakibatkan erosi tebing dan serta memungkinkan terjadinya degradasi pada tebing sungai. Hal ini berdampak buruk bagi masyarakat, terutama yang tinggal di sekitar bantaran aliran sungai. Tingkat kerusakan tebing sungai perlu ditekan agar tidak menambah kerusakan lainnya.

Adapun titik tinjau pada penelitian berada pada bagian hilir jembatan dengan jarak 200 m, dan jarak setiap titik penelitian untuk tiap STA berkisar 50 m, setiap titik STA memiliki kerusakan tepi sungai akibat gerusan, untuk mencegah rusaknya tebing dan terhamparnya sungai akibat gerusan, maka perlu dibuat penahan tebing berupa bronjong.

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. Oleh karena itu, bronjong harus diletakkan pada lapisan yang mantap dengan kuat geser besar di bawah bidang gelincir. (Bina Marga, 1986).

Dengan Pertimbangan diatas selanjutnya kami tuangkan dalam sebuah karya tulis ilmiah untuk menyusun tugas akhir dengan judul "**PERENCANAAN PERKUATAN LERENG MENGGUNAKAN BRONJONG DI SUNGAI PAPPA KABUPATEN TAKALAR**".

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana desain perkuatan lereng pada Sungai Pappa di Desa Lantang Kecamatan Polongbangkeng Selatan Kabupaten Takalar.
2. Bagaimana hasil dari analisis stabilitas bronjong pada Sungai Pappa di Desa Lantang Kecamatan Polongbangkeng Selatan Kabupaten Takalar.
3. Berapa hasil RAB bronjong untuk perencanaan perkuatan lereng pada Sungai Pappa di Desa Lantang Kecamatan Polongbangkeng Selatan Kabupaten Takalar.

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui hasil desain perkuatan lereng pada Sungai Pappa di Kecamatan Polongbangkeng Selatan Kabupaten Takalar.
2. Mengetahui hasil analisis stabilitas bronjong pada Sungai Pappa di Desa Lantang Kecamatan Polongbangkeng Selatan Kabupaten Takalar.

3. Mengetahui hasil RAB perencanaan perkuatan lereng Menggunakan Bronjong pada Sungai Pappa di Desa Lantang Kecamatan Polongbangkeng Selatan Kabupaten Takalar.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai bahan acuan dalam menanggulangi gerusan tebing pada Sungai Pappa di Desa Lantang Kecamatan Polongbangkeng Selatan Kabupaten Takalar.
2. Dapat bermanfaat dalam menanggulangi gerusan tebing pada Sungai Pappa di Desa Lantang Kecamatan Polongbangkeng Selatan Kabupaten Takalar.
3. Dapat meningkatkan efektifitas sungai yang lebih berkualitas.

E. Batasan Masalah

1. Penelitian ini difokuskan pada desain bronjong untuk perkuatan tebing sungai pada bagian tikungan sungai Pappa Desa Lantang Kecamatan Polongbangkeng Selatan Kabupaten Takalar.
2. Penelitian ini dilakukan pada hilir jembatan Desa Lantang pada daerah potensi gerusan tebing sungai dibagian tikungan sungai Pappa Desa Lantang Kecamatan Polongbangkeng Selatan Kabupaten Takalar.
3. Penelitian ini tidak menggunakan data hidrologi, data tanah dan data topografi.

F. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam skripsi ini meliputi :

Bab I Pendahuluan yang meliputi ; latarbelakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab II Kajian Pustaka yang meliputi ; tentang teori singkat yang digunakan dalam menyelesaikan dan membahas permasalahan penelitian.

Bab III Metode Penelitian yang meliputi ; tentang Metodologi penelitian mencakup lokasi penelitian, jenis penelitian dan sumber data, analisis dan pengolahan data, bagan alur penelitian.

Bab IV Hasil dan Pembahasan yang meliputi ; tentang tahap penelitian yang dilaksanakan yaitu terdiri dari : pembahasan dan analisis desain.

Bab V Penutup yang meliputi ; merupakan bab yang berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis desain serta saran-saran dari penulis yang tentunya diharapkan agar penelitian ini berguna untuk ilmu aplikasi rekayasa dan dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sungai

1. Defenisi 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 di sebut alur sungai. Dan perpaduan antara alur sungai dan aliran air di dalamnya di sebut 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 di maksud 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), variable aliran sangat tidak teratur terhadap ruang dan waktu. Variabel tersebut adalah tampang lintang saluran, kekasaran, kemiringan dasar, belokan.

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

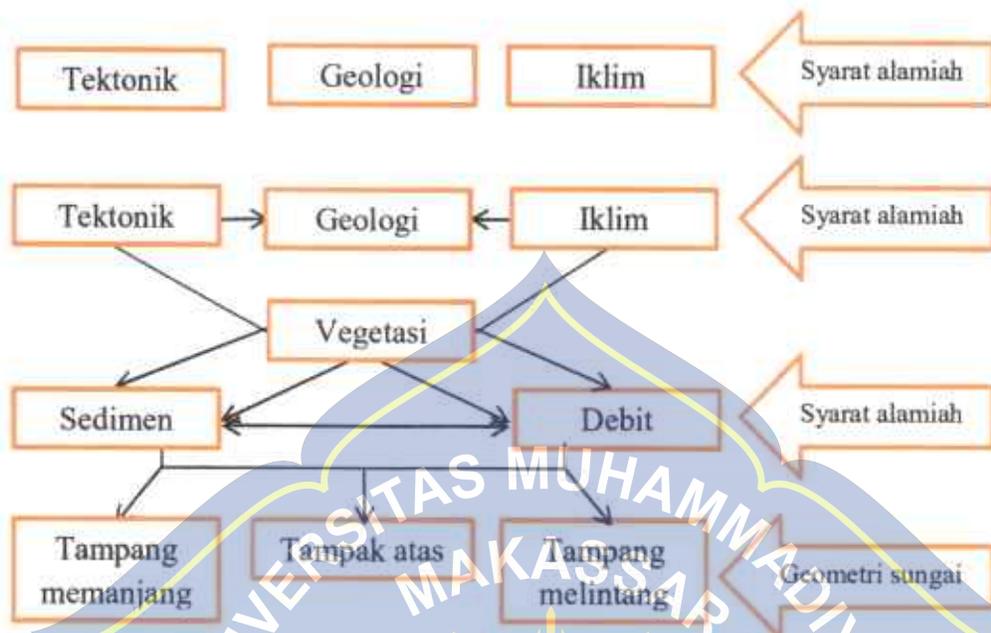
1) Suatu daerah yang tofografisnya, keadaan tanamannya dan keadaan lainnya mirip dengan daerah yang didalamnya terdapat air yang mengalir secara terus-menerus termaksud tanggul sungai, tetapi tidak termaksud bagian daerah yang hanya secara sementara memenuhi keadaan tersebut diatas, yang disebabkan oleh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

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

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).

Mangelsdorf & Scheuermann (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.



Gambar 1. Sistem proses pembentukan dasar sungai / morfologi sungai (Mangelsdorf & Scheuermann, 1980 dalam Agus Maryono, 2009)

3. Perilaku Sungai

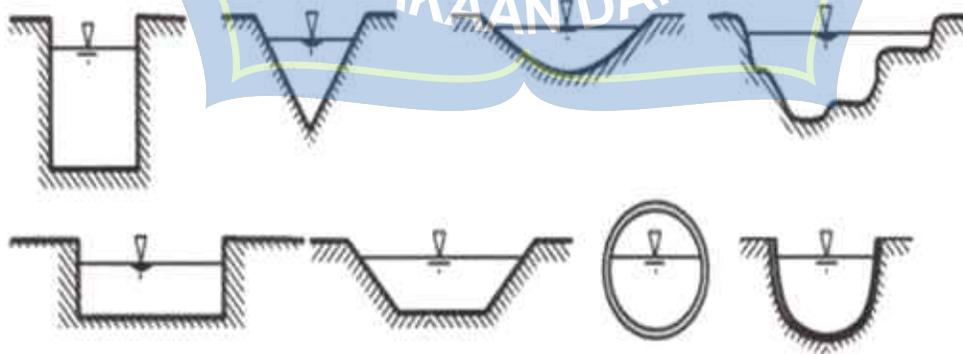
Sungai adalah suatu saluran drainase yang terbentuk secara alamiah dan sumber utamanya berasal dari alam. Akan tetapi di samping fungsinya sebagai saluran drainase dan dengan adanya air yang mengalir di dalamnya, terbentuk lembah-lembah sungai yang dapat menggerus tanah dasarnya secara terus-menerus sepanjang masa eksistensinya (Suyono Sosrodarsono, dkk, 2008).

Volume sedimen yang sangat besar yang dihasilkan dari keruntuhan tebing. Tebing sungai di daerah pegunungan kemiringan sungainya curam, gaya tarik aliran airnya cukup besar. Tetapi setelah aliran sungai mencapai dataran, maka gaya tariknya sangat menurun. Dengan demikian beban yang terdapat dalam arus sungai berangsur-angsur diendapkan. Karena itu ukuran butir sedimen yang mengendap di bagian hulu, sungai itu lebih besar dari pada di bagian hilir (Sidharta S.K. 1997).

Terjadinya perubahan kemiringan yang mendadak pada saat alur sungai ke luar dari daerah pegunungan yang curam dan memasuki dataran yang lebih landai, maka pada lokasi ini terjadi proses pengendapan yang sangat intensif yang menyebabkan mudah berpindahnya alur sungai dan berbentuk apa yang di sebut kipas pengendapan. Pada lokasi tersebut sungai bertambah lebar dan dangkal, erosi dasar sungai tidak lagi dapat terjadi, bahkan sebaliknya terjadi pengendapan yang sangat intensif. Dasar sungai secara terus-menerus naik, dan sedimen yang hanyut terbawa arus banjir, bersama dengan luapan air banjir tersebar dan mengendap secara luas membentuk alluvial. Pada daerah dataran yang rata alur sungai tidak stabil dan apabila sungai mulai membelok, maka terjadilah erosi pada tebing belokan luar yang berlangsung sangat intensif, sehingga membentuk meander.

4. Bentuk – Bentuk Sungai

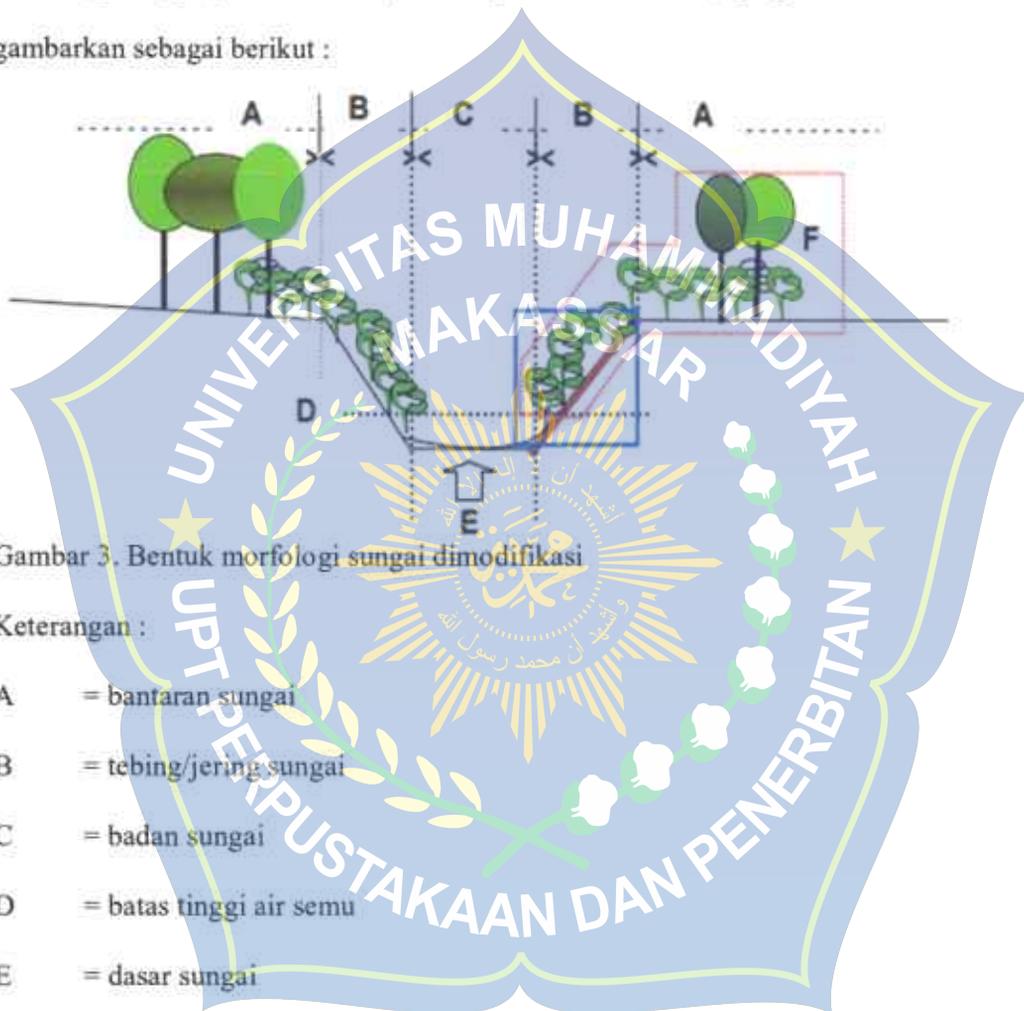
Bentuk – bentuk sungai menurut Bambang Hardianto (2014) baik buatan maupun alamiah, yang dapat kita jumpai di perlihatkan pada gambar berikut.



Gambar 2. Bentuk-bentuk sungai buatan maupun alamiah a) segi empat, b)segi tiga, c) setengah elipse, d) tak beraturan, e) persegi panjang, f) trapesium, g) lingkaran, h) setengah lingkaran

5. Struktur Sungai

Menurut Forman dan Gordon (1983) dalam Agus Maryono (2009), morfologi sungai pada hakekatnya merupakan bentuk luar, yang secara rinci di gambarkan sebagai berikut :



Gambar 3. Bentuk morfologi sungai dimodifikasi

Keterangan :

- A = bantaran sungai
- B = tebing/jering sungai
- C = badan sungai
- D = batas tinggi air semu
- E = dasar sungai
- F = vegetasi riparian

Lebih jauh Forman (1983) dalam Agus Maryono (2009) menyebutkan bahwa bagian dari bentuk luar sungai secara rinci dapat di pelajari melalui bagian-bagian dari sungai, yang di sebut dengan istilah 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.

6. Alur Sungai

Menurut Mulyanto (2007) suatu alur sungai dapat dibagi menjadi tiga bagian. Tiga bagian itu adalah bagian hulu, tengah dan hilir.

1) 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.

2) 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.

3) 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.

7. Pengendalian Daya Rusak Air

Dalam UU No.11 tahun 1974 tentang Sumber Daya Air menjelaskan tentang Pengairan. Pengendalian daya rusak air adalah upaya untuk mencegah, menanggulangi, dan memulihkan kerusakan kualitas lingkungan yang disebabkan oleh daya rusak air. Pengendalian daya rusak air diutamakan pada upaya pencegahan melalui perencanaan pengendalian daya rusak air yang disusun secara terpadu dan menyeluruh dalam pola pengelolaan sumber daya air. Pengendalian daya rusak air diselenggarakan dengan melibatkan masyarakat. Pengendalian daya rusak air menjadi tanggung jawab pemerintah, Pemerintah daerah, serta pengelola sumber daya air wilayah sungai dan masyarakat.

B. Bangunan Pengaturan Sungai

I. 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 dimungkinkan 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. 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 4. Jenis-jenis perkuatan lereng (Dr. Ir. Suyono Sosrodarsono dan Dr. Masateru Tominaga)

1. Perkuatan lereng tanggul

Dibangun pada permukaan lereng tanggul guna melindungi terhadap gerusan rus sungai dan konstruksi yang kuat perlu dibuat pada tanggul-tanggul 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 (8.Konstruksi perkuatan lereng) dengan kombinasi-kombinasi sebagai uraian



Gambar 5. Konstruksi perkuatan lereng (Dr. Ir. Suyono Sosrodarsono dan Dr. Masateru Tominaga)

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 sbagai 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 belokan-belokan sungai.

1) Proses Perubahan Alur Sungai

Proses perubahan alur sungai dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu perubahan menyeluruh dan perubahan setempat. Perubahan-perubahan 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 bagian-bagian 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, adabagian yang menjaditempat 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.

C. 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.

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 pencegahan erosi yang dipasang pada tebing-tebing, tepi-tepi sungai, yang proses penganyamannya menggunakan mesin.



Gambar 6. Bronjong batu academia.edu/12163182/ tipe-tipe struktur pelindung tebing sungai

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 longsoran, dapat juga berfungsi mencegah penggerusan atau erosi tanah. 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.

2. Keuntungan Kawat Bronjong

- 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.

3. Kekurangan Bronjong

- a. Kekurangan bronjong adalah jika menggunakan kawat yang berbahan baja berlapis galvanis, maka bronjong tidak cocok untuk digunakan pada area yang memiliki air dengan kadar garam tinggi atau kadar asam tinggi seperti tepi laut.
- b. Kekurangan berikutnya adalah konstruksi bronjong yang terkadang harus dibuat di lahan yang berukuran lebar karena jika dibuat dalam ukuran kecil, seringkali bronjong tidak bisa berfungsi untuk menahan longsor atau erosi dengan baik.

4. Dimensi Bronjong

Ukuran bronjong kawat bentuk I, menurut SNI 03-0090-1999, adalah seperti berikut :**Tabel 1.** Ukuran Kawat Bronjong

Kode	Ukuran (M)			Jumlah Sekat	Kapasitas M ³
	Panjang	Lebar	Tinggi		
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 :

$$G = V \cdot B_j \dots\dots\dots (10)$$

Dimana :

G = Berat Bronjong (ton)

V = Volume Bronjong (m³)

B_j = Berat jenis batu (ton)

5. Estimasi biaya

Estimasi, dalam arti umum merupakan usaha untuk menilai atau memperkirakan suatu nilai melalui analisis perhitungan dan berlandaskan pada pengalaman. Demikian halnya dengan estimasi biaya dalam pada suatu proyek konstruksi, tentunya dimaksudkan guna memperkirakan nilai pembiayaan suatu proyek. Menurut Istimawan Dipohusodo, estimasi pada pada proyek konstruksi merupakan upaya penerapan konsep rekayasa berlandaskan pada dokumen pelelangan, kondisi lapangan dan sumber daya kontraktor.

Estimasi biaya proyek adalah nilai prediksi yang didasarkan pada faktor-faktor utama yaitu keadaan proyek, rencana kontrak, jadwal konstruksi, teknologi yang digunakan, dasar produktivitas tenaga kerja, metode estimasi biaya.

Seorang manajer proyek, yang bertanggung jawab atas pengelolaan proyek dari awal sampai akhir, sangat penting untuk mengetahui lebih banyak segi-segi penentuan biaya dari suatu proyek, sesuai dengan tahapan-tahapan awal dan akhir dari proyek.

a) Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rab merupakan akronim dari Rencana Anggaran Biaya. RAB adalah Suatu acuan atau metode penyajian rencana biaya yang harus dikeluarkan dari awal pekerjaan dimulai hingga pekerjaan tersebut selesai dikerjakan. Rencana biaya harus mencakup dari keseluruhan kebutuhan pekerjaan tersebut, baik itu biaya material atau bahan yang diperlukan, biaya alat (Sewa atau Beli), Upah pekerja, dan biaya lainnya yang di perlukan.

b) Analisa biaya konstruksi

Analisa biaya konstruksi merupakan suatu cara perhitungan harga satuan pekerjaan konstruksi, perhitungan ini dijabarkan dalam perkalian indeks bahan bangunan dan upah kerja dengan harga bangunan dan standart pengupahan pekerjaan. Analisa harga satuan ini berfungsi sebagai pedoman untuk dapat menentukan harga satuan pekerjaan untuk item item pekerjaan dan juga dapat digunakan sebagai pedoman awal perhitungan rencana anggaran biaya konstruksi yang didalamnya terdapat angka yang menunjukkan jumlah material, tenaga kerja dan biaya persatuan pekerjaan.

c) Harga satuan pekerjaan

Harga satuan pekerjaan merupakan penjumlahan dari harga satuan bahan dan tenaga kerja atau harga yang harus di bayar untuk menyelesaikan suatu pekerjaan konstruksi berdasarkan perhitungan analisis. Penentuan harga satuan ini dapat diambil dari standar yang telah berlaku sesuai tempat proyek yang dikerjakan dengan spesifikasi dari dinas peker umum yang dinamakan harga satuan. Secara umum dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\text{Harga Satuan Pekerjaan} = \text{H.S. Bahan} + \text{H.S. Upah} + \text{H.S. Alat}$$

d) Perhitungan volume pekerjaan

Sebelum dilakukan perhitungan volume pekerjaan terlebih dahulu mencermati dan lebih teliti terhadap gambar kerja yang akan dihitung. Perhitungan volume ini merupakan langkah awal dalam penyusunan rencana anggaran biaya. Rumus perhitungan volume pekerjaan tidak mungkin sama hal ini tergantung item pekerjaan tersebut.

- Volume untuk luasan item pekerjaan (m²) = Panjang x Lebar
- Volume untuk kubikasi item pekerjaan (m²) = Panjang x Lebar x Tinggi
- Volume untuk panjang item pekerjaan (m) = Panjang
- Volume untuk borongan Sesuai kesepakatan antara kedua belah pihak



Gambar 7. Sketsa lereng dengan bronjong

e) Analisa perhitungan Bronjong

Perhitungan kebutuhan Bahan, Upah dan Alat selalu berpedoman pada standar yang berlaku. Yaitu supaya selalu menggunakan SNI dalam menganalisa setiap pekerjaan. Sebagai dasar perhitungan, menggunakan SNI 03-0009-1999.

yang diatur dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum.

Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bronjong 1 M3 Pasangan Batu Bronjong Untuk Kawat 3mm

Bahan dan Upah	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Keterangan
Batu Belah	M3	1,20	285.000	SSH Kab. Lebak
Kawat Bronjong	Kg	8,22	32.500	Kawat 3 MM
Penganyam	Orang/Hari	0,6667	95.000	
Pekerja Biasa	Orang/Hari	2,0333	65.000	
Mandor	Orang/Hari	0,0517	75.000	

Tabel 2. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bronjong 1 M3 Pasangan Batu Bronjong Untuk Kawat 3mm

Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bronjong 1 M3 Pasangan Batu Bronjong Untuk Kawat 4mm

Bahan dan Upah	Satuan	Koefisien	Harga Satuan
Batu Kali	M3	1,2	285.000
Kawat Bronjong	Kilogram	15	34.500
Mandor	Orang/Hari	0,0517	75.000
Pekerja Biasa	Orang/Hari	2,100	65.000
Pengayam	Orang/Hari	0,7333	95.000

Tabel 3. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bronjong 1 M3 Pasangan Batu Bronjong Untuk Kawat 4mm

Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bronjong 1 M3 Pasangan Batu Bronjong Untuk Kawat 5mm

Bahan dan Upah	Satuan	Koefisien	Harga Satuan
Batu Kali	M3	1,2	285.000
Kawat Bronjong	Kilogram	23.3333	34.500
Pengayam	Orang/Hari	0.8333	95.000
Pekerja Biasa	Orang/Hari	2.1667	65.000
Mandor	Orang/Hari	0.0517	75.000

Tabel 4. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bronjong 1 M3 Pasangan Batu Bronjong Untuk Kawat 5mm

4. Matrix penelitian terdahulu

Penelitian ini yang berjudul Perencanaan perkuatan lereng menggunakan bronjong pada Sungai Pappa di Kabupaten Takalar dengan membaca beberapa referensi sebagai berikut :

Tabel 5. Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Judul	Tujuan	Variabel Diteliti	Kesamaan Variabel Yang Di Teliti	Metode Penelitian
1	Meylis Safriani Dewi Purnamasari	Study-perencanaan Bangunan bronjong pada tikungan sungai di desa Meunasah Buloh	Mententukan desain Bronjong yang sesuai dalam mengurangi erosi tebing sungai di bagian tikungan atau belokan sungai di desa tersebut.	- Data hidrologi - Data hidrolika - Data tanah - Perkuatan lereng - Desain bronjong	- Perkuatan lereng - Desain bronjong	Analisis Data
2	Irwana Kurniawan	Desain bronjong untuk perkuatan tebing pada hilir jembatan moncongloe di Sungai Jenelata Kabupaten Gowa	Mengetahui hasil analisis desain perkuatan tebing pada hilir Jembatan Moncongloe di Sungai Jenelata Kabupaten Gowa	- Data hidrologi - Data hidrolika - Data tanah - Perkuatan lereng - Desain bronjong	- Perkuatan lereng - Desain bronjong	Analisis Data

3	Elsrinta A. Benyamin I Made Udiana Sudiyo Utomo	Perkuatan tebing menggunakan bronjong di sungai Manikin.	Untuk mengetahui debit puncak banjir dengan kala ulang 50 tahun dan besarnya momen yang mampu menahan stabilitas krib bronjong pada sungai Manikin.	- Data hidrologi - Data hidrolika - Perkuatan lereng	- Perkuatan lereng	Analisis Data
4	Niko ardiansyah Fery Destromi Yulianti Eka Putri	Study perencanaan bangunan bronjong pada sungai ogan di Kelurahan Sukajadi Kecamatan Batunaja Timur Kabupaten Oku	Untuk mengurangi tingkat kerusakan tebing karena adanya perubahan kecepatan aliran yang mengakibatkan erosi tebing dan serta memunculkan terjadinya degradasi pada tebing sungai.	- Data hidrolika - Data tanah - Data hidrologi - Desain bronjong	- Perkuatan lereng - Desain bronjong	Analisa Data

5	Reyhana Almira Rahma Mardewi Jamal Heri Sutanto	Analisis stabilitas lereng pada ruas jalan Samarinda-Balkpapan KM 24 dengan alternatif kekuatan dinding bronjong dan geotekstil	Mengetahui nilai faktor keamanan lereng kondisi lapangan Mendesain lereng dengan kekuatan dinding penahan geotekstil dan mendesain dinding penahan bronjong (gabion)	- Perkuatan lereng - Data hidrologi - Data hidrolika - Desain bronjong	- Perkuatan lereng - Desain bronjong	Analisa Data
---	--	---	--	---	---	--------------

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian



Gambar 8 : Lokasi Penelitian (Sumber : Google Earth, 2022)

Sungai Pappa merupakan sungai yang berada di Kecamatan Polongbangkeng Selatan Kabupaten Takalar Provinsi Sulawesi Selatan. Sungai ini berada di wilayah Desa Lantang Kecamatan Polongbangkeng Selatan. Secara geografis terletak $5^{\circ} 24' 24''$ LS dan $119^{\circ} 33' - 119^{\circ} 31' 04''$ BT. Penentuan lokasi penelitian berada pada bagian hilir Jembatan Lantang dan pada titik pengambilan data berada pada STA 0 + 000 sampai pada STA 0 + 200 setiap titik pengambilan data berkisar 50 m per STA.

Penelitian ini dilakukan di daerah aliran Sungai (DAS) Pappa, Kabupaten Takalar yang dilakukan selama 4 bulan (empat bulan) yaitu dari bulan Maret 2022. Dimana pada bulan pertama melakukan pengurusan administrasi dan studi literatur, pada kedua, dan ke tiga adalah pengumpulan data dan analisa data, dan pada bulan ke empat adalah proses penyelesaian penelitian.

B. Jenis Penelitian Dan Sumber Data

1. Jenis penelitian

Penelitian Kasus/Lapangan adalah penelitian yang mempelajari secara intensif latar belakang keadaan sekarang dan interaksi lingkungan

2. Sumber Data

Penelitian ini dilaksanakan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Pappa dimulai pada bulan Mei 2022. Data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder.

a. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara observasi langsung ke lapangan yaitu di sungai Pappa. Dalam observasi lapangan ini dilakukan pengamatan kondisi fisik pada daerah aliran sungai Pappa dan pengambilan

data dimensi sungai dan data kecepatan aliran sungai yang diperoleh dari pengukuran langsung di lokasi penelitian yang selanjutnya di buat hubungan dengan luas penampang sungai sehingga diperoleh nilai debit air. adapun yang termaksud kedalam data tersebut berupa data lebar dan kedalaman sungai yang nantinya akan di gunakan untuk memperoleh profil dan luas dari penampang sungai.

- b. Sedangkan pengumpulan data sekunder yaitu mengumpulkan data yang bersifat teoritis, dokumen, diperoleh melalui skripsi-skripsi kepustakaan, diklat, jurnal, buku lain yang sesuai dengan materi penelitian serta dari instansi terkait. Adapun data yang di peroleh dari instansi yaitu data curah hujan.

C. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam kegiatan ini adalah :

1. Peta Lokasi
2. Meteran panjang, untuk mengukur panjang lereng.
3. Kamera untuk dokumentasi hasil kegiatan.
4. GPS (Global Positioning System)
5. Alat tulis menulis.

D. Prosedur Penelitian

Secara garis besar prosedur penelitian adalah sebagai berikut :

1) Survei lapangan

Survei dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan yang terjadi di lapangan dan juga melihat langsung kondisi yang ada di lokasi penelitian dan menentukan titik pengambilan data.

2) Pengumpulan data

Mengumpulkan data primer dilakukan dengan pengambalian data secara langsung di lokasi studi penelitian dan data sekunder di peroleh pada instansi terkait : Pemerintah Desa/Kecamatan, Dinas PU Provinsi Sulawesi Selatan, masyarakat setempat, dan lain-lain.

3) Analisis dan pembahasan dari semua data yang diperoleh kemudian menyimpulkan hasil penelitian yang telah ada.

E. Analisis Data

Analisis Yang Dilakukan Pada Penelitian Ini Sebagai Berikut :

1). Mengumpulkan Data Sungai

- Lebar sungai
- Tampang sungai
- Kedalaman sungai
- Karakteristik tebing sungai

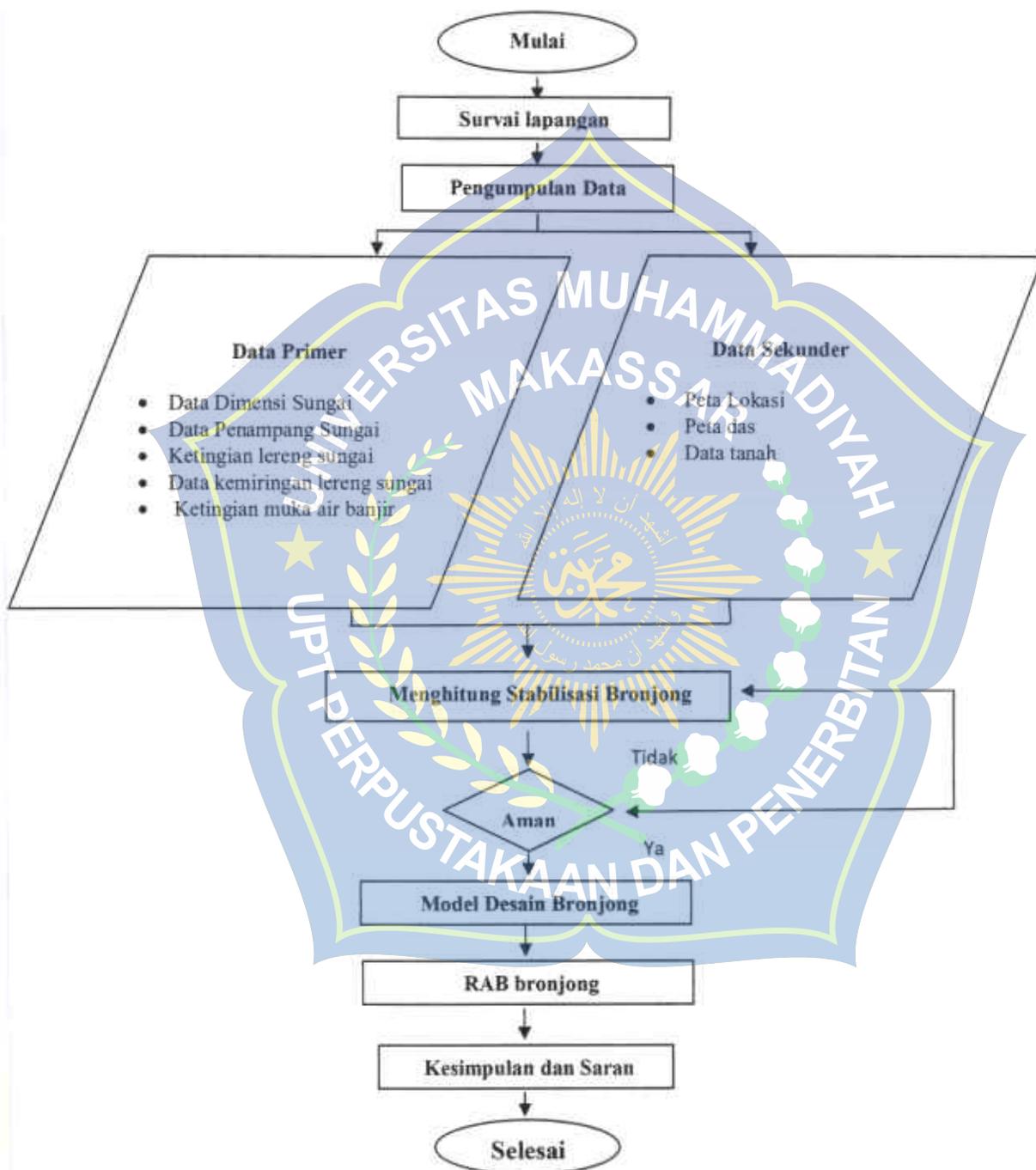
2). Melakukan Perencanaan Dimensi Dinding Penahan Tanah

- Dimensi bronjong $2 \times 1 \times 0,5$ kapasitas 1 m^3

3). Analisis Dengan Perkuatan Bronjong

- Berat bronjong: $G = V \cdot B_j$
- Faktor Keamanan bronjong Terhadap Guling : $F_{gs} = \frac{\sum M_w}{\sum M_{gl}} \geq 1,5$
- Gaya tahanan geser bronjong: $c' \cdot b + \sum W \cdot \tan \phi$

F. Flow chart Penelitian



Gambar 9 : Bagan alur penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Dimensi Bronjong

Dalam pemilihan dimensi bronjong tidak serta merta dapat kita tentukan langsung di perlukan pengamatan langsung di lokasi dan berbagai pertimbangan . ada beberapa jenis dimensi bronjong yang telah di tetapkan dan telah memenuhi standar SNI, dengan pertimbangan sehingga dimensi bronjong yang akan di gunakan yaitu 2 x 1 x 0,5 dengan jumlah sekat 1, kapasitas 1 m³, lubang 80 mm x 100 mm , jumlah lilitan 3, kuat Tarik 41 kg/m² dan berat/lcmbar 15,5 kg .

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

Tabel 6. Ukuran Kawat Bronjong

Kode	Ukuran (M)			Jumlah Sekat	Kapasitas M ³
	Panjang	Lebar	Tinggi		
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). pemilihan tipe D di dasari oleh beberapa parameter pertama kondisi lokasi, kondisi sungai, bahan yang tersedia di

lokasi, dan jenis tanah. Dari perimbangan tersebut maka tipe bronjong yang di gunakan yaitu $2 \times 1 \times 0.5$ karena ketersediaan bahan yang ada lokasi seperti batu belah yang ukuranya 25cm samapi 30cm dan juga jenis tanah pada lokasi pemasangan bronjong yang tergolong tanah yang sudah lapuk maka pemilihan bronjong dengan kapasitas 1m^3 per satu kotak kami angap sangat pas karna selain mudah dalam pengisian dan peusunanya dan beban yang harus di tahan oleh tanah dasar sungai juga tidak terlalu berat sehingga bronjong akan tetap stabil

2. Analisis Kapasitas Bronjong

➤ Volume bronjong (V)

$$V = 2 \times 1 \times 0,5 = 1 \text{ m}^3$$

➤ Berat jenis batu (Bj)

$$Bj = 1500 \text{ kg} = 1,5 \text{ ton}$$

➤ Berat bronjong (G)

$$G = V \times Bj$$

$$= 1 \times 1,5$$

$$= 1,5 \text{ ton}$$

Volume Bronjong pada sisi kanan (200 m) dengan jumlah 5 trap

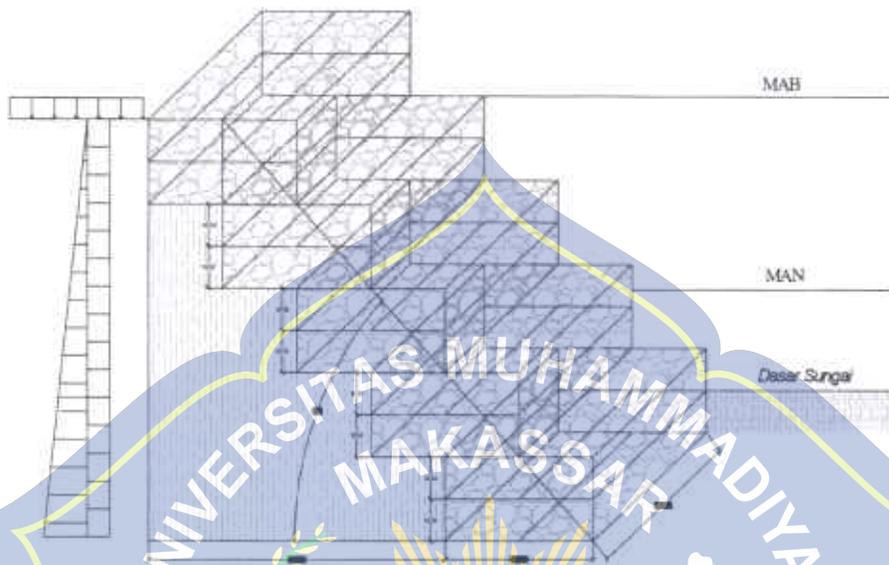
$$= (5 \times 1,5) \times 200$$

$$= 1500 \text{ ton}$$

Volume Bronjong pada sisi kiri (200 m) dengan jumlah 5 trap

$$= (5 \times 1,5) \times 200$$

$$= 1500 \text{ ton}$$



Gambar 10. Gambar Potongan Dinding Penahan Tanah Bronjong

Diketahui suatu konstruksi bronjong yang menahan tanah dibelakangnya seperti gambar terlampir, dengan data-data :

- Beban merata permukaan (q)

$$q = 8 \text{ KN/m}^2$$

- Tinggi bronjong diatas tanah (H)

$$H = 5 \text{ m}$$

- Tinggi Muka Air Normal (MAN)

$$H_{\text{normal}} = 1,20 \text{ m}$$

- Tinggi Muka Air Banjir (MAB)

$$H_{\text{max}} = 3,50 \text{ m}$$

- Data Tanah :

$$\gamma = 10,944 \text{ KN/m}^3$$

$$\phi = 20,02^\circ$$

$$c = 0,353 \text{ Kg/cm}^3$$

1. Menghitung Nilai $K_a = \tan^2 (45 - \phi / 2)$

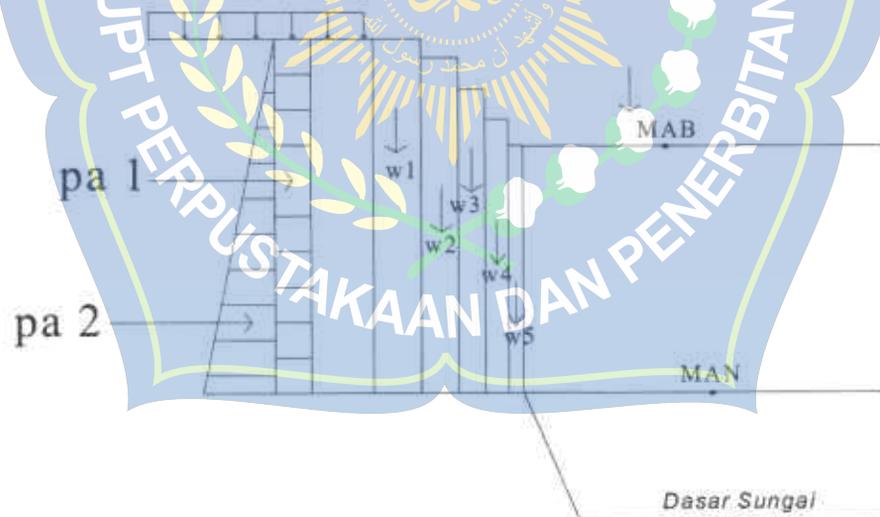
$$= 0,49$$

2. Menghitung P_a akibat beban merata $P_a = q \cdot H \cdot K_a$

$$P_a = 8 \cdot 5 \cdot 0,49$$

$$P_a = 19,6$$

3. Menghitung Stabilitas Guling dan Stabilitas Geser



Gambar 27. Sketsa Diagram Tekanan Tanah

a. Menghitung Stabilitas Guling

Dalam perencanaan suatu konstruksi dinding penahan perlu di pertimbangkan stabilitas gulingnya . pembangunan pemasangan bronjong harus benar benar berdasarkan perhitungan kestabilan dan factor keselamatan karena kesalahan yang terjadi dalam bangunan bronjong dapat berakibat fatal yaitu kerugian anggaran. dinding penahan dapat dikatakan aman apabila bronjong tersebut telah diperhitungkan factor keamanannya baik terhadap pergeseran bahaya pengulingan.

Tabel 7. Tabel Perhitungan Momen Tahanan

Bagian	Berat	Lengan	Momen
W1	$(5).(4).(10.944) = 218,88$	3	656,64
W2	$(4).(1).(1.5) = 6$	1,75	10,5
W3	$(3).(1).(1.5) = 4,5$	1,25	5,625
W4	$(2).(1).(1.5) = 1,3$	0,75	2,25
W5	$(1).(1).(1.5) = 1,5$	0,25	0,375
	$\Sigma W = 233,88$		$\Sigma Mw = 675,39$

Tabel 8. Tabel Perhitungan Momen Guling

Gaya Lateral (kN)	Lengan (m)	Momen (kN.m)
$Pa 1 = (5).(8).(0.49) = 19,6$	2,5	49
$Pa 2 = 1/2.(10.944).(5)^2.(0.49) = 46,87$	1,43	67,032
$\Sigma W = 66,47$		$\Sigma Mgl = 116,032$

Faktor Keamanan Terhadap Guling:

$$Fgs = \frac{\Sigma Mw}{\Sigma Mgl} \geq 1,5$$

$$Fgs = \frac{675,39}{116,032} \geq 1,5$$

$$= 5,82 \geq 1,5 \text{ (Aman)}$$

b. Menghitung Stabilitas Geser

Bergesernya bangunan dinding penahan tanah disebabkan karena gaya horizontal lebih besar lebih besar dari gaya vertical. Gaya gaya yang menggeser dinding penahan tanah tanah akan ditahan oleh tekanan tanah pasif apabila di depan bronjong terdapat tanah timbunan .

Gunakan parameter-parameter dari tanah dasar

$$\text{Koheksi efektif } (c') = 0,67 \cdot c = (0,67) \cdot (0,353) = 0,237$$

$$\text{Tan } \phi = \text{tan } 20,02 = 0,36$$

Gaya tahanan geser

$$= c' \cdot b + \sum W \cdot \text{tan} \phi$$

$$= (0,237) \cdot (4) + (233,88) \cdot (0,36)$$

$$= 85,14$$

Maka :

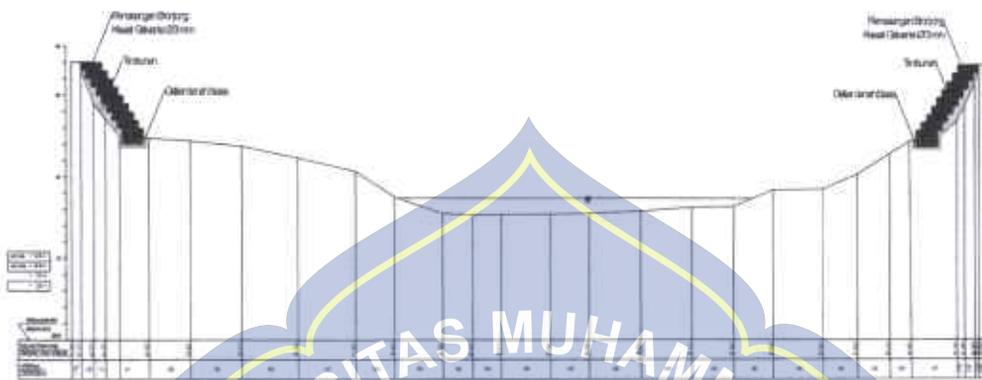
$$F_{gs} = \frac{\sum R_h}{\sum P_h} \geq 1,5$$

$$F_{gs} = \frac{85,14}{19,6} \geq 1,5$$

$$= 4,34 \geq 1,5$$

Konstruksi bronjong dinyatakan aman terhadap geser apabila perbandingan besar gaya yang bekerja secara vertikal pada sekeliling bangunan (ΣV) dengan besar gaya yang bekerja secara horizontal pada sekeliling bangunan (ΣH) lebih besar dari nilai SF 1,5. Hasil perhitungan stabilitas terhadap geser diperoleh $F_{S\text{geser}}$ sebesar 4,34. Berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat bahwa struktur konstruksi bronjong aman terhadap geser.

3. Desain Bronjong



Gambar 10. Sketsa Desain Bronjong Sungai Pappa

Berdasarkan hasil desain sesuai dengan kondisi pada lokasi sungai yang menjadi titik penelitian, pemasangan bronjong sebagai penanganan perkuatan lereng sungai untuk menaggulangi terjadinya gerusan pada tebing sungai akibat dari kecepatan aliran yang dapat memberikan kontribusi gerusan tebing pada sungai tersebut.

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.

4. RAB Bronjong

Seperti biasanya setiap membuat perhitungan kebutuhan bahan, upah, alat selalu berpedoman pada standar yang berlaku dan harga satuan bahan yang terbaru sehingga tidak terjadi kesalahhan dalam perhitungan anggaran yang diperlukan.

Berdasarkan hasil analisis dan rencana desain perkuatan tebing menggunakan bronjong dengan dimensi 2 x 1 x 0,5 (m). Maka kita dapat menghitung estimasi biaya rencana anggaran biaya bronjong menggunakan Peraturan Bupati Takalar Standar Harga Tahun 2022.

Tabel. 9 Daftar harga satuan pekerjaan bronjong 1 m³ untuk kawat 3mm

No	Bahan dan Upah	Satuan	Koefisien	Harga Satuan
1	Batu Belah	M3	1,2	385.000
2	Kawat Bronjong	Kg	8,22	35.000
3	Penganyam	Orang/Hari	0,6667	120.000
4	Kayu Cerucuk Ø 8-10 cm	M	1,0500	75.000
5	Pekerja Biasa	Orang/Hari	2,0333	85.000
6	Mandor	Orang/Hari	0,0517	140.000

- Panjang Lereng = 400 m

- Tinggi Lereng = 5 m

- Lebar Lereng = 4 m

- Analisis Volume

$$P \times L \times T = 400 \times 4 \times 5 = 8000 \text{ m}^3$$

- Kebutuhan Bahan dan Upah

$$\text{Batu Belah} = (8.000 : 2) \times 1,2$$

$$= 4.800 \text{ m}^3$$

$$\text{Kawat Bronjong} = (8.000 : 2) \times 8,33$$

$$= 32.880 \text{ Kg}$$

$$\text{Penganyam} = (8.000 : 2) \times 0,67$$

$$= 2.680 \text{ OH}$$

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= (8.000 : 2) \times 2,03 \\ &= 8.120 \text{ OH} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang} &= (8.000 : 2) \times 0,0517 \\ &= 206,8 \text{ OH} \end{aligned}$$

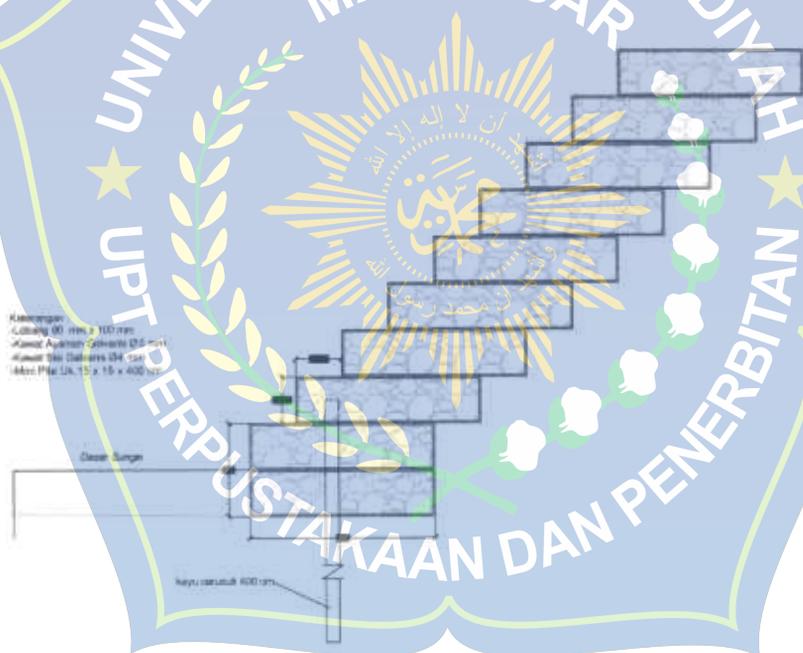
Selanjutnya setelah menghitung volume kebutuhan dan upah kita dapat menghitung rekapitulasi hasil estimasi rencana anggaran biaya pada perencanaan perkuatan lereng menggunakan bronjong tipe D dengan dimensi (2 x 1 x 0,5) dengan panjang perencanaan bronjong 200 m, lebar 4 m, dan tinggi 5 m.

Tabel 10. Analisa Harga

No	Bahan dan Upah	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Total (Rp)
I. Pekerjaan Persiapan					
1	Mobilisasi dan Demobilisasi	Ls	1	5.000.000	5.000.000
2	Pembersihan Lapangan	M2	400	5.000	2.000.000
	Jumlah Total				7.000.000
II. Pekerjaan Pokok					
1	Batu Belah	M3	4800	385.000	1.848.000.000
2	Kawat Bronjong	Kg	32880	35.000	1.150.800.000
3	Kayu Cerucuk Ø 8-10 cm	M	50	75.000	3.750.000
4	Penganyam	Orang/Hari	2680	120.000	321.600.000
5	Pekerja Biasa	Orang/Hari	8120	85.000	690.200.000
6	Mandor	Orang/Hari	206.8	140.000	289.520.000
	Jumlah Total				4.043.302.000

PEMBAHASAN:

Berdasarkan hasil analisis perhitungan, kondisi lokasi yang akan dipasang bronjong dan jenis batu dengan diameter 25 cm yang akan digunakan dan tersedia di lokasi. dari hasil perhitungan desain dan ukuran bronjong yang sesuai untuk perencanaan ini adalah bronjong dengan kode D. bangunan bronjong terdiri dari struktur bronjong yang dibangun setinggi 5 m dari elevasi muka tanah. Struktur bronjong tersusun dari beberapa kotak bronjong dengan dimensi 2 x 1 x 0,5 meter, gambar desain bronjong ditampilkan sebagai berikut.



gambar 3. Desain bangunan bronjong yang direncanakan dibuat untuk melindungi erosi tebing sungai bagian tikungan di Desa lantang

$$\begin{aligned}
 \text{Dimana Tinggi perkuatan tebing} &= H_{\max} + \text{Clearance} \\
 &= 3,5 + 1,5 \\
 &= 5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perkuatan menggunakan bronjong ini dinyatakan aman karena tinggi perkuatan tebing $5 > 3.5$ tinggi muka air max. dan telah memenuhi kontrol terhadap guling $5,82 \geq 1.5$ (**Aman**) dan kontrol terhadap geser $4,34 \geq 1.5$ (**Aman**). Hasil dari faktor keamanan yang telah dianalisis dapat disimpulkan bahwa struktur pelindung tebing dalam kondisi stabil dan aman akibat kenaikan tinggi muka air sungai.

Selanjutnya berdasarkan hasil analisis perhitungan kawat bronjong yang digunakan, biaya pembersihan lahan, biaya bahan, biaya alat, dan upah pekerja maka estimasi rencana anggaran biaya dari desain perkuatan tebing dengan panjang 200 m, sebelah kiri dan 200 m sebelah kanan, kemiringan 46° , lebar 4 m, tinggi 5 m, menggunakan bronjong dengan dimensi $2 \times 1 \times 0,5$ (m), yaitu sebanyak Rp4.043.302.000,00.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai perencanaan perkuatan lereng menggunakan bronjong pada sungai pappu Kabupaten Takalar. Dengan mengacu dari hasil data yang di dapatkan di lapangan, mulai dari tinggi muka air normal, tinggi muka air banjir, tinggi lereng, dan kemiringan lereng..dengan mengacu dari data tersebut maka dimensi bronjong yang di gunakan yaitu $2 \times 1 \times 0,5$ dengan jumlah sekat 1 dan kapasitas 1m^3 .
2. Adapun hasil analisis perhitungan bronjong dengan dimensi Bronjong yang digunakan adalah $2 \times 1 \times 0,5$ (m), di dapatkan angka keamana bronjong terhadap stabilitas guling $5,82 \geq 1,5$ (**Aman**) dan Stabilitas geser $4,34 \geq 1,5$ (**Aman**). Sehingga bronjong layak di bangun dengan ketinggian 5 m dan lebar 4 m.
3. Berdasarkan hasil perhiungan yang telah di lakukan estimasi rencana anggaran biaya dari desain perkuatan tebing dengan panjang 200 m, lebar 4 m, tinggi 5 m, menggunakan bronjong dengan dimensi $2 \times 1 \times 0,5$ (m). Yaitu sebesar Rp4.043.302.000,00.

B. Saran

1. Hasil penelitian tugas akhir ini diharapkan dapat menjadi masukan yang berguna dalam proses pengambilan keputusan untuk kepentingan penanggulangan potensi gerusan tebing Sungai Pappa.
2. Pekerjaan penanggulangan potensi gerusan yang terjadi di Sungai Pappa sebaiknya dilakukan secara menyeluruh dan berkesinambungan, juga dengan pengawasan yang serius agar menghasilkan infrastruktur yang bermanfaat.
3. Penelitian ini tidak melakukan olah data hidrologi, tanah dan topografi di harapkan untuk peneliti yang akan melanjutkan penelitian ini untuk melakukan olah data hidrologi, tanah dan topografi untuk mendapatkan hasil yang akurat yang bias di gunakan dalam proses penanggulangan potensi erosi dan gerusan pada tebing.
4. Penelitian mengenai analisis desain perkuatan tebing Sungai Pappa diharapkan menggunakan data – data yang lebih terbaru agar penaggulangan potensi gerusan tebing sungai yang menjadi penelitian dapat sesuai dengan kenyataanya di masa sekarang.

DAFTAR PUSTAKA

- Bina Marga. 1986. *Karakteristik Bangunan Bronjong*. Variasi Konfigurasi Bronjong. DPU Surakarta. <https://bagian excavator.png> (diakses 19 Juli 2019).
- Breuser & Raudviki. 1991. *Scouring*. Rotterdam : A.A Balkema.
- Daoed, D., Sunaryo., Istijono B., & Utama W.P., *Kinerja Perkuatan Tebing Saluran dengan Bronjong di Belokan 120° Akibat Banjir Bandang (Uji Eksperimental di Laboratorium)*. Jurnal Rekayasa Sipil Vol. 11 No.1, Februari 2015 : ISSN 1858-2133.
- Elshinta A.B., Made I., Utomo S., *Perkuatan Tebing Sungai Menggunakan Bronjong di Sungai Manikin*. Jurusan Teknik Sipil Vol. 6 No. 2, September 2017.
- Firli & Naharuddin. 2017. *Pengendalian Gerusan dengan Menggunakan Riprap Sekitar Abutment Jembatan*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Muhammad Rahmat & Andi Ismayanti. 2020. *Perencanaan Perkuatan Tebing Di Sungai Jenelata Kabupaten Gowa*.
- Irwan Kurniawan & Maslan. 2019. *Desain Bronjong Untuk Perkuatan Tebing Pada Hilir Jembatan Moncongloe Di Sungai Jenelata Kabupaten Gowa*.
- Hardiyatmo. 2006. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Hoffman & Verheij., 1997. *Scour Manual*. Rotterdam : A.A Balkema.
- Kodoatie, R.J., 2001. *Hidrolika Terapan Aliran Pada Saluran Terbuka dan Pipa*, Semarang : C.V Andi Offset.
- Legono. 1990. *Gerusan pada Bangunan Sungai*. Yogyakarta : PAU Ilmu-ilmu Teknik UGM
- Maizir. *Analisis Revetment Sebagai perlindungan Tebing Sungai Dalam Upaya pengendalian Banjir (Studi Kasus pada Sungai Batang Mangor di Kabupaten Padang Pariaman*. Fakultas Teknik Sipil dan

Perencanaan Institut Teknologi Padang : Jurnal Teknik Sipil ITP Vol. 3
No. 2, Juli 2016 ISSN 2354-8452.

- Maryono A., 2009. *Restorasi Sungai*, Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Murri, M.M., Surjandari, N.S., & As'ad, S. *Analisis Stabilitas Lereng dengan Pemasangan Bronjong (Studi Kasus di Sungai Gajah putih, Surakarta)*. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sebelas Maret : e-Jurnal Matrix Teknik Sipil. Vol. 2 No. 1, Maret 2014 ISSN 2354-8630
- Olga, P., Kanjalia T., Asriwiyanti D., Hanny J.B., Angga R.P. *Analisis Stabilitas Struktur Pelindung Pantai Batu Bronjong*. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Kristen Maranatha : Jurnal Teknik Sipil Vol. 9 No.1, April 2013 April.
- Paresa, J., 2015. *Studi Pengaruh Krib Hulu Tipe Impermeabel pada Gerusan di Belokan Sungai (Studi Kasus Panjang Krib 1/10 dan 1/5 lebar Sungai)*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Musamus Merauke. Jurnal Ilmiah Mustek Anim Ha Vol. 4 No. 2, Agustus 2015 ISSN 2089-6697.
- Putri, R.B., 2017. *Perencanaan Konstruksi Pelindung Tebing Sungai Sebagai Upaya Penanganan Longsor Akibat Banjir di Belokan Sungai*. Skripsi Fakultas Teknik Universitas Lampung.
- Rahayu, S., 2009. *Monitoring Air di Daerah Aliran Sungai*. Bogor : World Agroforestry Center ICRAF Asia Tenggara.
- Raudviki & Attema. 1993. *Clear Water Scour at Cylindrical Piers*. Journal of Hydraulic Engineering Vol. 109 No. 3 PP. 338-350 ASCE, New York.
- Safrianti, M., & Sari D. P., *Studi Perencanaan Bronjong Pada Tikungan Sungai di Desa Meunasah Buloh*. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Andalas : Jurnal Rekayasa Sipil Vol. 14 No. 2, Oktober 2018 ISSN 2477-3484.
- Sidharta S.K., 1997. *Irigasi dan Bangunan Air*. Yogyakarta : Gunadarma.
- Sosrodarsono, S. 2008. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. Jakarta : PT Pradya Paramita.

Triatmodjo B., 1993. *Hidraulika I*, Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada

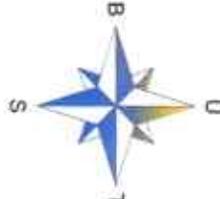
Triatmodjo B., 1994. *Hidraulika II*, Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada

Ven Te Chow., 1992. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta : Erlangga.

Zainuri., Yanti G., Megasari, S.W., *Analisis Karakteristik Tanah dan Stabilitas Lereng Fakultas Ekonomi Universitas Lancang Kuning*. Program Studi Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning : Jurnal Teknik Sipil Siklus Vol. 2 No. 2, Oktober 2016.







JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
MAKASSAR
TAJIRIN AKADEMIK 2016

NAMA TUGAS :

TUGAS AKHIR

PEMBIMBING

Dr. Ir. Hj. Nurwahyuli, ST., MT., IPM
Asstidit Verdyanti, ST., MT.

NAMA MAHASISWA

Demetrius anstah rizal 105 81 1107717
Tukidur yonel A 105 81 1107517

LOKASI

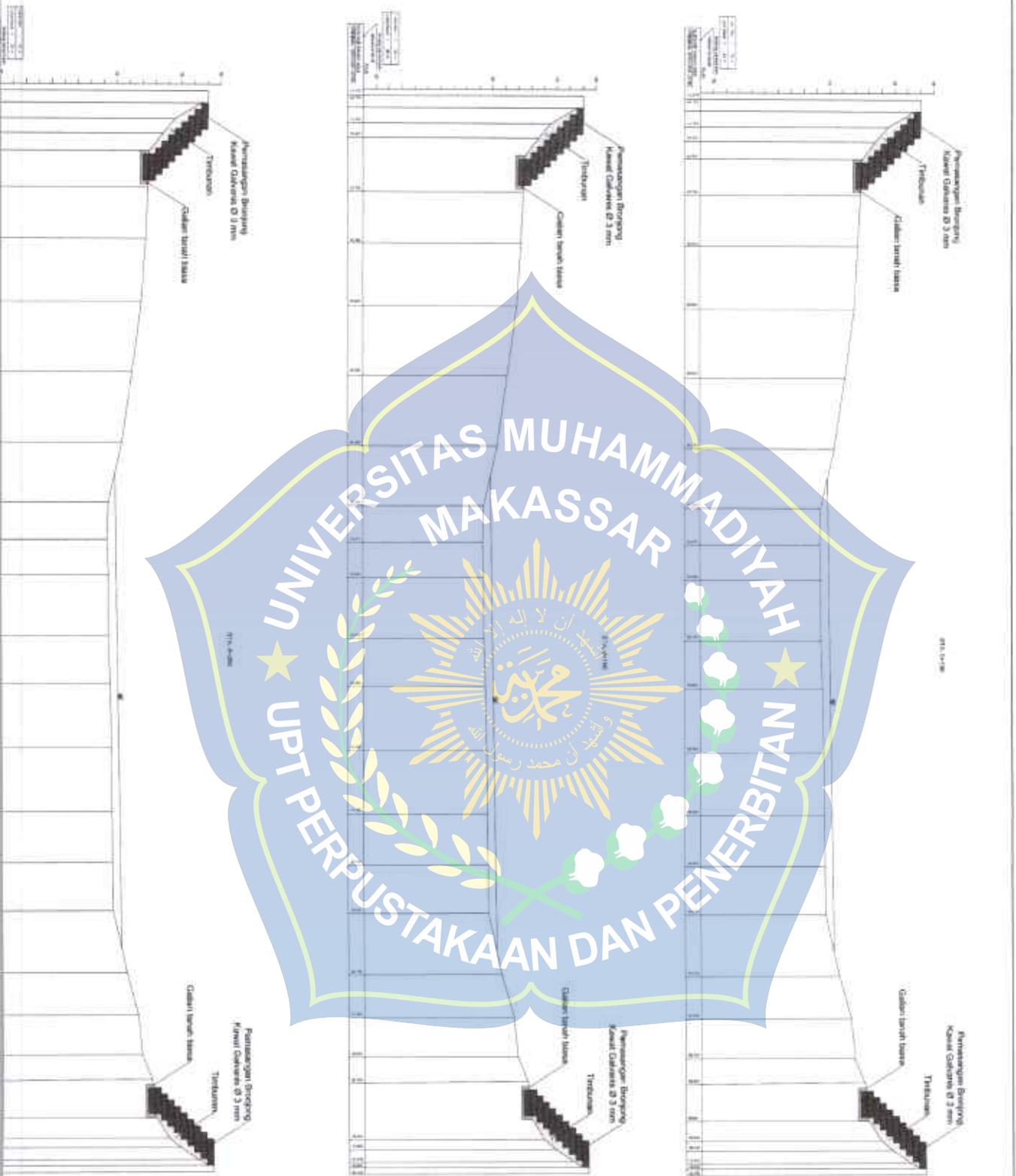
Sungai pappa
Kab. Takalar

SKALA

1 : 30

NO. GAMBAR	JML. GAMBAR
1	7

KETERANGAN



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
MAKASSAR
 TAHUN AKADIMIK 2019

NAMA TUGAS

TUGAS AKHIR

PEMBIMBING

Dk. Ir. Hj. Nurwanry, ST., MT., IPM
 Anjalia Viridyani, ST., MT.

NAMA MAHASISWA

Demitwanmah rizal 1 65 81 1107717
 Takdir yonid A 105 81 1107517

LOKASI

Sungai pappu
Kab. Takalar

SKALA

1 : 350

NO. GAMBAR	JML. GAMBAR
-------------------	--------------------

3	7
----------	----------

KETERANGAN



JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK
 UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
 MAKASSAR
 TAHUN AKADEMIK 2019

NAMA TUGAS

TUGAS AKHIR

PEMBIMBING

Dr. Ir. Hj. Nurwanaty, ST., MT., IPM
 Anindia Verdiyanti, ST., MT

LOKASI

Sungai puppa
 Kab. Takalar

NAMA MAHASISWA

Dermawansah rzal 105 81 1107717
 Fakhri yonedi A 105 81 1107517

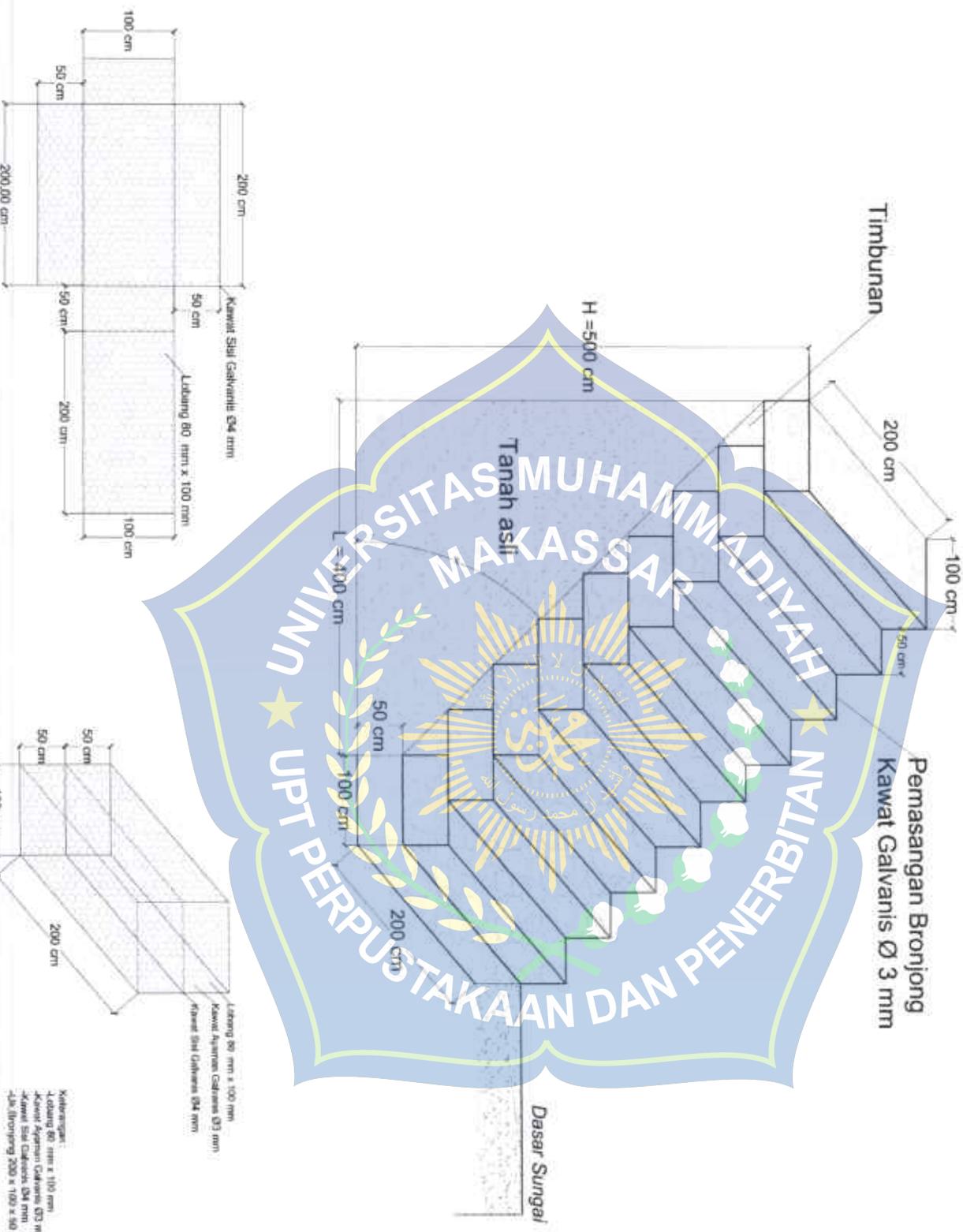
SKALA

1 : 300

NO. GAMBAR JML. GAMBAR

4 7

KETERANGAN





JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
MAKASSAR

TAHUN AKADEMIK 2019

No. Akademi No. 209/1904/1942/2019-2020

NAMA TUGAS

TUGAS AKHIR

PEMBIMBING

Dr. Ir. Hj. Nurhidayah, ST., MT., IPM
Asstika Vriyanti, ST., MT

NAMA MAHASISWA

Dewiwanandi Rizal, 105 81.1107117
Tadris Yovadi A, 105 81.1105117

LOKASI

Sungai pappu
Kab. Takalar

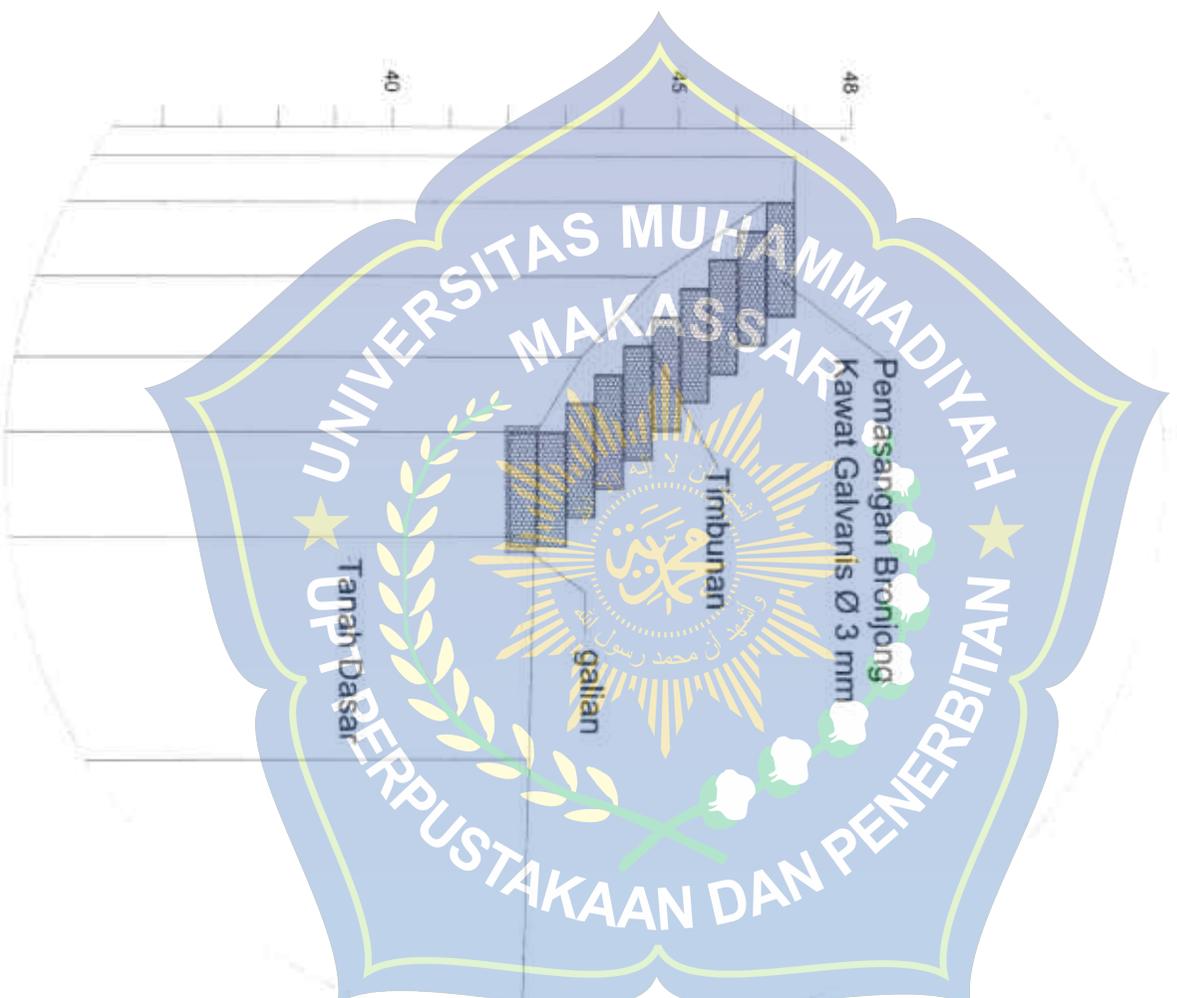
SKALA

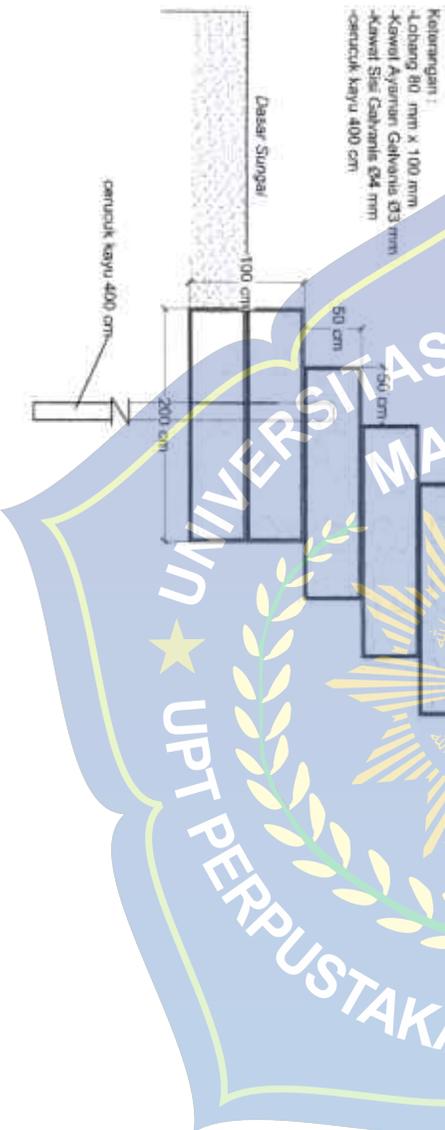
1 : 300

NO. GAMBAR JML. GAMBAR

5 7

KETERANGAN





JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
MAKASSAR
Jl. Al-Ma'arif No. 205 Tello, 09122 Kota Makassar
Telp. (0411) 888 872

NAMA TUGAS :

TUGAS AKHIR

PEMBIMBING

Dr. Ir. Hj. Nurhasanah, ST., MT., IPM
Asmita Viriyanti, ST., MT

LOKASI

Sungai Pappa
Kab. Takalar

NAMA MAHASISWA

Dermawansyah rizal 105.81.1107717
Takhir yonel A.105.81.1107517

SKALA

1 : 300

NO. GAMBAR JML. GAMBAR

6 7

KETERANGAN



JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK
 UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
 MAKASSAR
 TAHUN AKADEMIK 2019

NAMA TUGAS

TUGAS AKHIR

PEMBIMBING

Dr. Ir. Hj. Nurwaning, ST., MT., IPM
 Asstia Vidiyanti, ST., MT

LOKASI

Sungai puppa
 Kab. Takalar

NAMA MAHASISWA

Demawanah Rizal 105 81 1107717
 Takdir yonel A 105 81 1107517

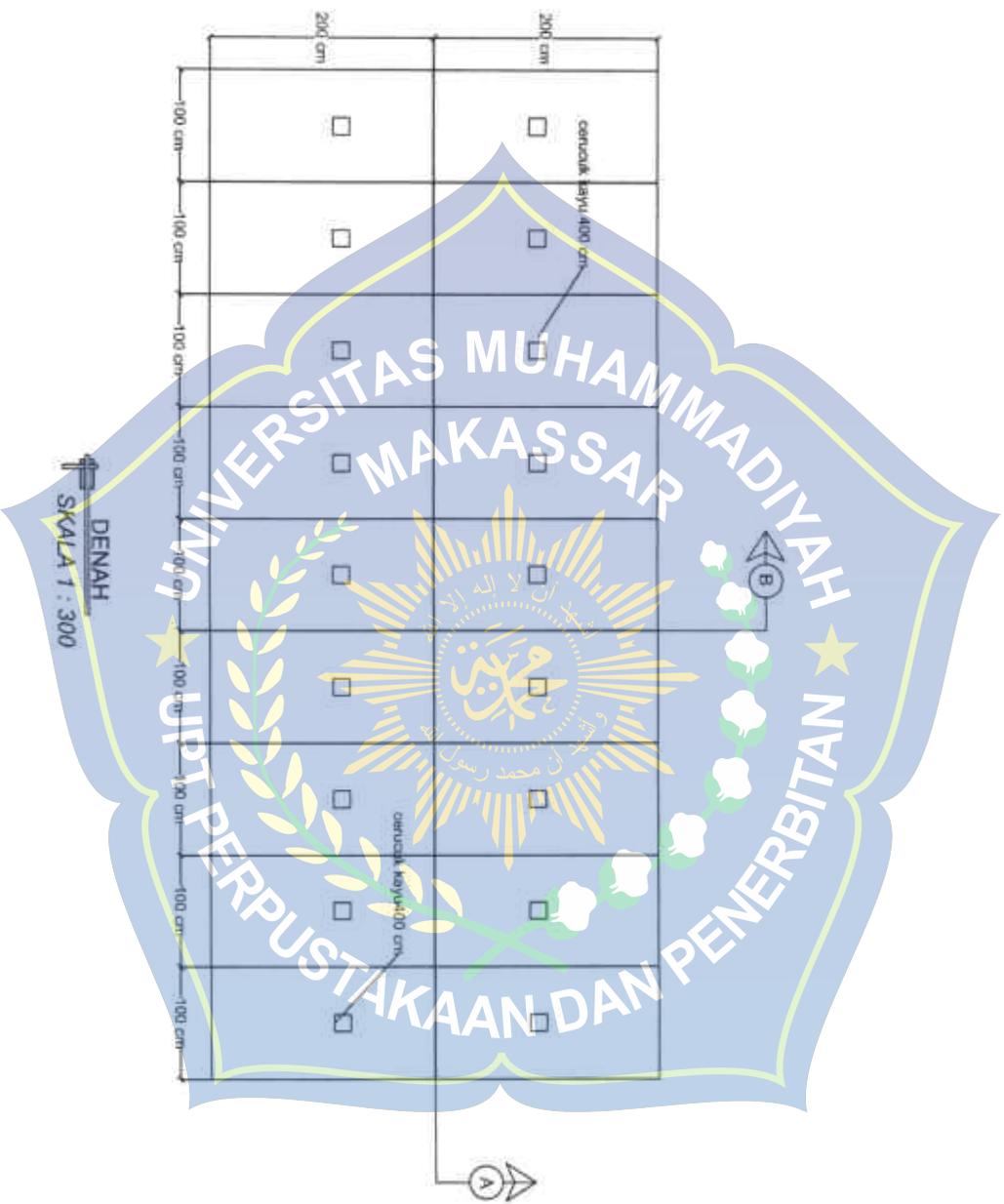
SKALA

1 : 300

NO. GAMBAR	JML. GAMBAR
------------	-------------

7	7
---	---

KETERANGAN





SPEKIFIC GRAFITY

Berat Jenis

Proyek	: Penelitian	Contoh No.	: Titik 1
Lokasi	: Sungai Pappa	Kedalaman	: 0.2 - 0.4 m
Jenis Tanah	: Lanau	Tanggal	: 26/07/2022
Temperatur	: 25 °C (K = 0.9988)		
	: 28 °C (K = 0.9988)		

Uraian		Pengujian No.		
		1	2	3
Berat Tanah	(g)	50.0	50.0	50.0
Berat Picno (W ₁)	(g)	160.0	160.1	161.4
Berat Picno + Tanah (W ₂)	(g)	210.0	210.1	211.4
Berat Picno + Tanah + Air (W ₃)	(g)	685.9	662.9	690.5
Berat Picno + Air (W ₄)	(g)	653.9	631.8	659.3
Temperatur	(°C)	25	25	28
Berat Jenis				
$G_s = \frac{W_2 - W_1}{(W_3 - W_4) - (W_1 - W_2)} (K)$		2.774	2.642	2.654
Berat Jenis Rata-rata, G _s		2.690		

SPESIFIC GRAFITY

Berat Unit

Proyek	Penelitian	Contoh No:	Titik I
Lokasi	Sungai Pappa	Kedalaman	0.2 - 0.4 m
Jenis Tanah	Lempung Lunak	Tanggal	25/07/2022
Berat Cincin	97.60 g (W_s)	Diameter	6.33 cm
Tinggi Cincin	2.00 cm	Volume	62.940 cm^3 (V)

Uraian	Pengujian No.		
	1	2	3
Berat Cincin + Tanah Basah (W_1)	(g) 206.20	200.60	205.80
Berat Tanah Kering (W_2)	(g) 80.10	77.20	83.00
Berat Tanah Basah (W_3)	(g) 108.60	103.00	108.20
Kadar Air, $W = (W_3 - W_2) / W_2 \times 100\%$	(%) 35.58	33.42	30.36
Berat Volume Tanah Basah, $\gamma = W_3 / V$	(g/cm^3) 1.725	1.630	1.719
Berat Volume Tanah Kering, $\gamma_{dry} = \gamma / (1 + W)$	(g/cm^3) 1.273	1.227	1.319
Void Ratio, $e = G_s \gamma_w / \gamma_{dry} - 1$	1.114	1.193	1.04
Void Ratio Rata-rata		1.116	

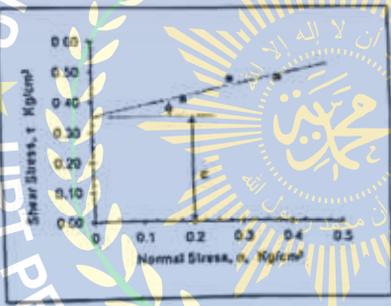
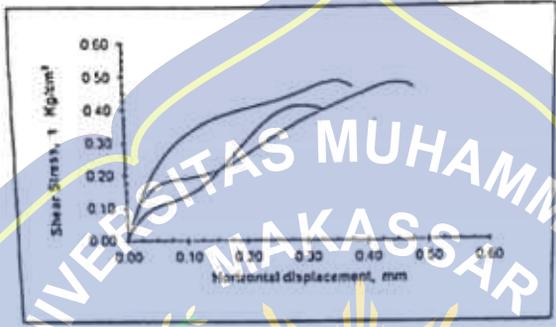
DIRECT SHEAR – UU

Proyek : Penelitian Lokasi : Sungai Pappa Jenis Tanah : Pasir Padat	Contoh No. : Titik 1 Kedalaman : 0.2 - 0.4 m Tanggal : 25/07/2022
---	---

Jenis pengujian : Unconsolidated Undrained (UU)
 Jenis contoh tanah : Undistributed Disturbed
 Diameter (D) : 6.330 cm
 Luas, $A = 1/4\pi D^2$: 31.470 cm²
 Tinggi (t) : 2.00 cm
 Volume (v) : 62.940 cm³
 Load Ring Constant : 0.1988 /div

Beban Normal (N) : Tegangan Normal, $\alpha = N / A$
 N1 = 5.75 kg $\alpha 1 = 0.183 \text{ Kg/cm}^2$
 N2 = 8.75 kg $\alpha 2 = 0.278 \text{ Kg/cm}^2$
 N3 = 11.75 kg $\alpha 3 = 0.373 \text{ Kg/cm}^2$

GRAFIK - DIRECT SHEAR



Parameter
Kuat Geser
Sudut geser dalam
 $\phi = 20.02^\circ$
Koheisi:
 $c = 0.353 \text{ Kg/cm}^2$

DOKUMENTASI



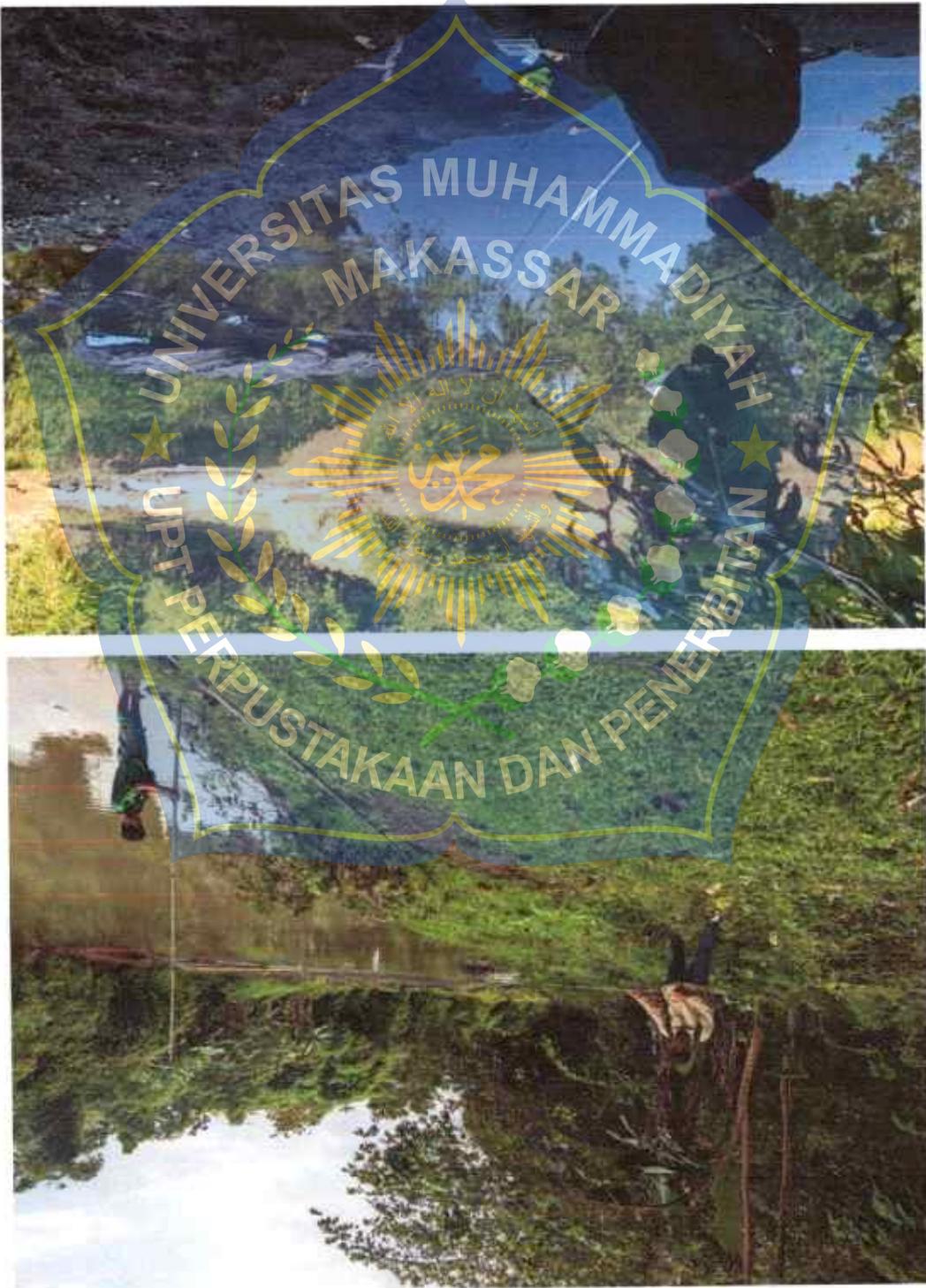
➤ Pengukuran Jarak STA



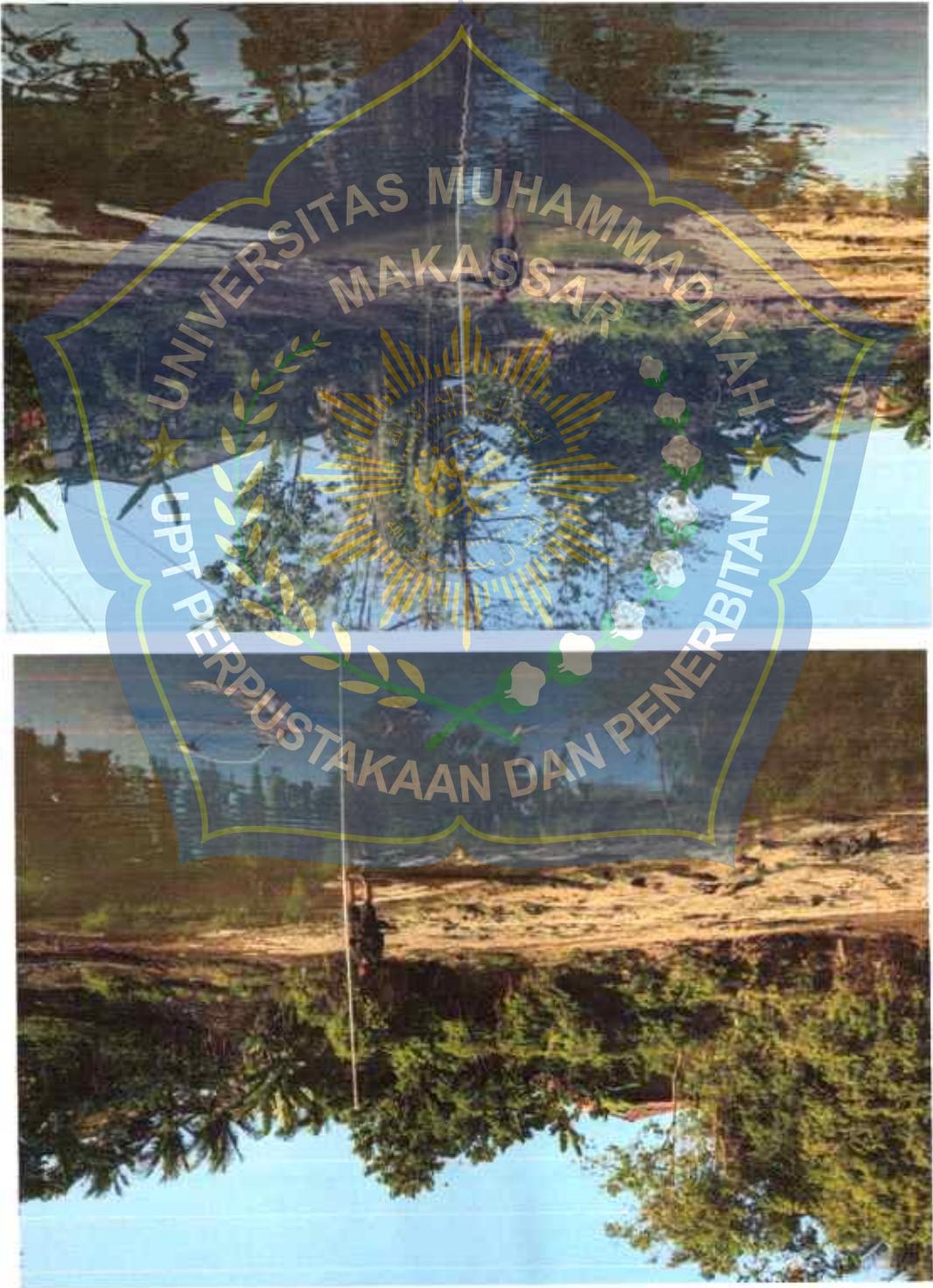
➤ Pengukuran lebar penampang basah



➤ Pengukuran tinggi dan lebar tebing dan penampang basah



➤ Pengukuran elevasi muka air



➤ Pengukuran tinggi alat dan alat yang di gunakan

