

TESIS

**ANALISIS *SAFETY FACTOR*, WAKTU, DAN BIAYA
PADA PEKERJAAN *REVTMENT* ANTARA
METODE PASANGAN BATU DENGAN
METODE L-GUTTER**

**(STUDI KASUS PEMBANGUNAN PRASARANA PENGENDALI BANJIR
KAWASAN STRATEGIS YOGYAKARTA INTERNASIONAL AIRPORT
PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI SERANG - SUNGAI LEDENG)**



Disusun oleh:

BAGUS TRI WINARSO

NIM : 21914004

**KONSENTRASI MANAJEMEN KONSTRUKSI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL PROGRAM MAGISTER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2024**

**HALAMAN PERSETUJUAN
TESIS**

**ANALISIS *SAFETY FACTOR*, WAKTU, DAN BIAYA
PADA PEKERJAAN *REVTMENT* ANTARA
METODE PASANGAN BATU DENGAN
METODE L-GUTTER**


**(STUDI KASUS PEMBANGUNAN PRASARANA PENGENDALI BANJIR
KAWASAN STRATEGIS YOGYAKARTA INTERNASIONAL AIRPORT
PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI SERANG - SUNGAI LEDENG)**



**Disusun oleh :
BAGUS TRI WINARSO
NIM: 21914004**

Diperiksa dan disetujui oleh:

**Dr. Ir. Edy Purwanto, CES., DEA.
Dosen Pembimbing**


Tanggal: 11-09-2024

**HALAMAN PENGESAHAN
TESIS**

**ANALISIS SAFETY FACTOR, WAKTU, DAN BIAYA
PADA PEKERJAAN REVETMENT ANTARA
METODE PASANGAN BATU
DENGAN METODE L-GUTTER**

**(STUDI KASUS PEMBANGUNAN PRASARANA PENGENDALI
BANJIR KAWASAN STRATEGIS YOGYAKARTA
INTERNASIONAL AIRPORT PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI
SERANG - SUNGAI LEDENG)**

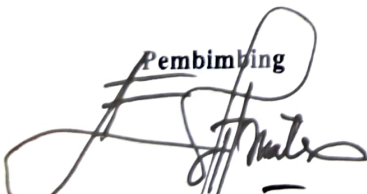
Disusun oleh :

**BAGUS TRI WINARSO
NIM: 21914004**


Telah diuji di depan Dewan Penguji
pada tanggal 31 Agustus 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Susunan Dewan Penguji

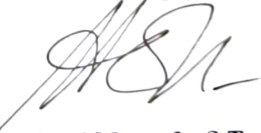
Pembimbing


**Dr. Ir. Edy Purwanto,
CES, DEA.**

Dosen Penguji I


**Ir. Fitri Nugraheni, S.T.,
M.T., Ph.D., IP-M.**

Dosen Penguji II


**Albani Musyafa, S.T.,
M.T., Ph.D.**

Yogyakarta, 18 SEP 2024

Universitas Islam Indonesia
Program Studi Teknik Sipil – Program Magister
Kedua Program,




(Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.)

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (magister), baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program “*Software*” komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, Agustus 2024

Yang membuat pernyataan,



Bagus Tri Winarso

21914004

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr, Wb.

Alhamdulillahirabbil'alamin, Puji dan Syukur penyusun haturkan kehadiran Allah SWT atas karunia-Nya hingga penyusun dapat menyelesaikan Tesis. Shalawat dan salam semoga selalu dicurahkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai inspirasi akhlak dan pribadi mulia.

Sesuai dengan kurikulum dan persyaratan akademis, untuk menempuh derajat Magister Teknik Sipil program strata dua (S-2) pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jurusan Magister Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, maka setiap mahasiswa diwajibkan melaksanakan Tesis.

Selama melaksanakan Tesis dan menyusun laporan, penyusun telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Edy Purwanto, CES., DEA., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan dukungan dalam penyelesaian tesis ini;
2. Ibu Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D, IP-M, selaku Dosen Penguji I yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyelesaian tesis ini;
3. Bapak Albani Musyafa, S.T., M.T., Ph.D, selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyelesaian tesis ini;
4. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia;
5. Bapak, ibu, kakak, dan beserta keluarga dan sanak saudara lainnya yang tiada henti-hentinya memberikan dukungan baik secara moril maupun material;
6. Teman-teman Magister Teknik Sipil angkatan 2021 dan angkatan selain 2021;
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penyusun menyadari bahwa Tesis ini masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi perbaikan Tesis ini dan semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi penyusun khususnya serta bagi semua pihak yang membutuhkan umumnya.

Wassalaamu 'alaikum Wr, Wb.

Yogyakarta, Agustus 2024

BAGUS TRI WINARSO

NIM: 21914004

DAFTAR ISI

TESIS	I
HALAMAN PERSETUJUAN TESIS	II
HALAMAN PENGESAHAN TESIS	III
PERNYATAAN	IV
KATA PENGANTAR	V
DAFTAR ISI	VII
DAFTAR TABEL	XII
DAFTAR GAMBAR	XIV
DAFTAR NOTASI	XVI
<i>ABSTRACT</i>	XVIII
ABSTRAK	XIX
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Batasan Penelitian	5

1.5.	Manfaat Penelitian	5
1.6.	Lokasi Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA		7
2.1.	Penelitian Terdahulu	7
2.2	Penelitian Sekarang	9
2.3	Keaslian Penelitian	9
BAB III LANDASAN TEORI		14
3.1	Proyek Konstruksi	14
3.2	Manajemen Proyek	15
3.3	Perhitungan Stabilitas	17
3.3.1	Perhitungan stabilitas (<i>stability Calculation</i>)	17
3.4.1	<i>Revetment</i> Pasangan Batu	19
3.4.2	<i>L-Gutter</i>	20
3.4	Sumber Daya Pekerjaan	22
3.5.1	Bahan	23
3.5.2	Alat	23
3.5.3	Upah	23
3.5	Analisa Harga Satuan Pekerjaan	24
3.6.1	Biaya Langsung	24
3.6.2	Biaya Tak Langsung	24
3.6	Rencana Anggaran Biaya (RAB)	25
3.7	Total Biaya Waktu	25

3.8 Manajemen Waktu	26
3.9 Perencanaan Waktu	26
3.10 <i>Revetment</i>	26
BAB IV METODE PENELITIAN	33
4.1 Metode Penelitian	33
4.2 Subjek dan Objek Penelitian	33
4.2.1 Subjek Penelitian	33
4.2.2 Objek Penelitian	34
4.3 Pengumpulan Data	35
4.3.1 Data Primer	35
4.3.2 Data Sekunder	36
4.4 Sistematika Penelitian	36
4.4.1 Studi Literatur	36
4.4.2 Menentukan Objek Penelitian	36
4.4.3 Pengumpulan Data	36
4.4.4 Analisis Data	36
4.5 Analisis biaya	38
4.5.1 Analisis volume Pekerjaan	38
4.5.2 Analisis kebutuhan alat	39
4.5.3 Analisis jumlah kebutuhan tenaga kerja	39
4.5.4 Rekapitulasi RAB	39
4.6 Analisis waktu	40
4.7 Bagan Alir	41
BAB V DATA, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN	43

5.1	Deskripsi Proyek	43
5.2	Analisis Pekerjaan <i>Revetment</i> dengan Pasangan Batu	45
5.2.1	Metode Pekerjaan	45
5.2.2	Analisis Stabilitas	49
5.2.3	Analisis Biaya	53
5.2.4	Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) Pasangan Batu Dalam Satu Segmen	74
5.2.5	Analisis Waktu	75
5.3	Analisis Pekerjaan <i>Revetment</i> Dengan Pasangan <i>L-Gutter</i>	76
5.3.1	Metode Pekerjaan	78
5.3.3	Analisis Biaya	90
5.3.4	Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) <i>L-Gutter</i> dalam Satu Segmen	98
5.3.5	Analisis Waktu	100
5.4	Pembahasan	101
5.4.1	Perbandingan Stabilitas	101
5.4.2	Perbandingan Biaya	101
5.4.3	Perbandingan Waktu	103
5.4.4	Perbandingan Kebutuhan Alat dan Tenaga	104
	BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	109
6.1.	Kesimpulan	109
6.2.	Saran	109
	DAFTAR PUSTAKA	110

LAMPIRAN	113
LAMPIRAN Surat Izin Permohonan Data	114
LAMPIRAN Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)	116

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbedaan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Sekarang	10
Tabel 3. 1 Perbandingan Revetment tipe Precast dan Pasangan Batu	15
Tabel 4. 1 Contoh Rekapitulasi Perhitungan Volume Pekerjaan (BOQ)	38
Tabel 4. 2 Contoh Rencana Anggaran Biaya Satu Segment	40
Tabel 5. 1 Data Dimensi dan Penyelidikan Tanah	49
Tabel 5. 2 Perhitungan Gaya Sendiri	51
Tabel 5. 3 Perhitungan Momen Up Lift	51
Tabel 5. 4 Perhitungan Gaya dan Momen Horizontal	52
Tabel 5. 5 BOQ (<i>Bill Of Quantity</i>) Pasangan Batu	55
Tabel 5. 6 Rekapitulasi Kebutuhan Alat Metode Pasangan Batu	62
Tabel 5. 7 Rekapitulasi Kebutuhan Tenaga Pekerjaan Pasangan Batu	64
Tabel 5. 8 Rekapitulasi Kebutuhan Tenaga Pekerjaan Pasangan Batu	71
Tabel 5. 9 RAB Pekerjaan Pasangan Batu	74
Tabel 5. 10 Rekap RAB Pekerjaan Pasangan Batu	75
Tabel 5. 11 <i>Action Plan</i> Pekerjaan Revetment Pasangan Batu	76
Tabel 5. 12 Data Dimensi dan Penyelidikan Tanah	85
Tabel 5. 13 BOQ (<i>Bill Of Quantity</i>) <i>L-gutter</i>	92
Tabel 5. 14 Rekapitulasi Kebutuhan Alat Metode <i>L-Gutter</i>	96
Tabel 5. 15 RAB Pekerjaan <i>L-Gutter</i>	99
Tabel 5. 16 Rekap RAB Pekerjaan <i>L-Gutter</i>	99
Tabel 5. 17 <i>Action Plan</i> Pekerjaan Revetment <i>L-Gutter</i>	100

Tabel 5. 18 Perbandingan Stabilitas	101
Tabel 5. 19 Perbandingan Biaya	102
Tabel 5. 20 Perbandingan Kebutuhan Alat dan Tenaga	104
Tabel 5. 21 Rekap Perbandingan Kebutuhan Alat dan Tenaga	106
Tabel 5. 22 Perbandingan Kebutuhan Alat dan Tenaga Kerja Pekerjaan <i>Revetment</i> Metode Pasangan Batu dengan Metode <i>Precast L-gutter</i>	108

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Jaringan Sistem Drainase Sekitar Kawasan Bandara YIA	4
Gambar 1. 2 Lokasi Penelitian	6
Gambar 3. 1 Hubungan ϕ dan Faktor Daya Dukung Terzaghi	19
Gambar 3. 2 Tipikal Revetment Pasangan Batu Kali	19
Gambar 3. 3 <i>L-Gutter</i> dengan <i>Mini Pile</i>	20
Gambar 4. 1 Lokasi Studi Kasus	34
Gambar 4. 2 Bagan Alir Penelitian	42
Gambar 5. 1 Peta Lokasi Pekerjaan	44
Gambar 5. 2 Peta Situasi Sungai Ledeng	44
Gambar 5. 3 Flowchart Pekerjaan <i>Revetment</i> Pasangan Batu	45
Gambar 5. 4 Ilustrasi Pekerjaan Survey Pengukuran dan Pematokan	45
Gambar 5. 5 Ilustrasi Pekerjaan Pemancangan Mini Pile Δ Ukuran 12x12, L= 3 m	46
Gambar 5. 6 Ilustrasi Pekerjaan Pemotongan Kepalan Mini Pile Δ Ukuran 12x12	46
Gambar 5. 7 Ilustrasi Pekerjaan Bekisting Pondasi Bawah	46
Gambar 5. 8 Ilustrasi Pekerjaan Pengecoran Pondasi Bawah	47
Gambar 5. 9 Ilustrasi Pekerjaan Pengecoran Frame Kolom dan Di Lanjut Pemasangan Frame	47
Gambar 5. 10 Ilustrasi Pekerjaan Pemasangan Batu Muka dan Dilanjutkan Pekerjaan Siar	47

Gambar 5. 11 Ilustrasi Pekerjaan Pemasangan Bekisting Balok	48
Gambar 5. 12 Ilustrasi Pekerjaan Pengecoran Balok <i>Frame</i> Atas	48
Gambar 5. 13 Ilustrasi Pasangan Batu Kondisi 100 %	48
Gambar 5. 14 Detail Pasangan Batu	53
Gambar 5. 15 Detail <i>Revetment Precast L-Gutter</i>	77
Gambar 5. 16 Tampak <i>Revetment Precast L-Gutter</i>	77
Gambar 5. 17 Potongan <i>Revetment Precast L-Gutter</i>	78
Gambar 5. 18 Ilustrasi 3D Visual <i>Revetment Precast L-Gutter</i>	78
Gambar 5. 19 Flowchart Pekerjaan <i>Revetment precast L-Gutter</i>	79
Gambar 5. 20 Ilustrasi Pekerjaan Galian	80
Gambar 5. 21 Ilustrasi Proses <i>Loading</i> Tanah Galian	81
Gambar 5. 22 Ilustrasi Pengangkutan Tanah Hasil Galian Menuju <i>Disposal Area</i>	81
Gambar 5. 23 Ilustrasi Pekerjaan Persiapan <i>Stock Yard</i>	82
Gambar 5. 24 Ilustrasi Mobilisasi Material dari <i>Stock Yard</i>	82
Gambar 5. 25 Pemancangan mini pile Δ 12 x 12 x 12	83
Gambar 5. 26 Pemancangan mini pile Δ 12 x 12 x 12	84
Gambar 5. 27 Skematik Tiang Pancang	90
Gambar 5. 28 Detail <i>L-gutter</i>	91
Gambar 5. 29 Perbandingan Biaya Pekerjaan Pasangan Batu dengan <i>L-Gutter</i>	102
Gambar 5. 30 Perbandingan Waktu Pekerjaan Pasangan Batu dengan <i>L-Gutter</i>	103
Gambar 5. 31 Perbandingan Kebutuhan Alat dan Tenaga Kerja Pekerjaan <i>Revetment</i> Metode Pasangan Batu dengan Metode <i>Precast L-gutter</i>	107

DAFTAR NOTASI

AHSP	Analisa Harga Satuan Pekerjaan
B	Lebar Pondasi (m)
BBWS	Balai Besar Wilayah Sungai
c	Kohesi Tanah Dasar
DAS	Daerah Aliran Sungai
DED	Detail Engineering Design
EH	<i>Active Earth Pressure Horizontal (T)</i>
F	Koefisien Gesekan
f	Koefisien Gesek
Sf	Faktor Aman Terhadap Penggeseran Dasar Fondasi
G	<i>Weight Of Wall (T)</i>
γ_m	<i>Unit Weight Of Wall Material (T/M³)</i>
γ_s	<i>Unit Weight Of Soil (T/M³)</i>
γ_{soil}	Berat Volume Tanah (t/m ³)
H	<i>Height Of Wall (M)</i>
HSP	Harga Satuan Pekerjaan
K	<i>Coefficient Of Line Load Pressure On Soil (= 0,30 On Sand Gravel)</i>
Ka	<i>Coefficient Of Active Earth Pressure</i>
MO	<i>Overturning Moment</i>
MR	<i>Resisting Moment</i>
Nc, Nq, N γ	Faktor Daya Dukung Terzaghi
\emptyset	<i>Internal Friction Angle Of Soil</i>
OJ	Upah Orang Perjam
q	<i>Surface Load (T/M)</i>
QL	<i>Line Load (T)</i>

q_u	Kapasitas Dukung <i>Ultimate</i> (t/m ²)
RAB	Rencana Anggaran Biaya
RAP	Rencana Anggaran Pelaksanaan
SF	<i>Safety Factor</i>
Sta	Stasiun
V	<i>Vertical Force</i> (T)
X	Jarak Horizontal Tumpuan
Y	Jarak Vertikal Tumpuan
α	<i>Angle Of Back Slope Of Wall</i>
δ	<i>Friction Angle Between Wall Surface And Soil</i>
Σ (H)	Keseluruhan Gaya Horizontal Yang Bekerja Pada Bangunan (Kn)
Σ (V)	Keseluruhan Gaya Vertikal (Kn)
ΣM	Momen Berat Sendiri
Σm_u	Momen Angkat
ΣM_α	Momen Aktif
ΣP_p	Momen Pasif
ΣP_p	Tekanan Pasif
ΣP_α	Tekanan Aktif
ΣU	Tekanan Keatas
ΣW	Berat Sendiri

ABSTRACT

Flooding is an annual problem that greatly affects the social, economic, and environmental conditions of communities (Sholikha et al., 2022). In the case of the Ledeng River, the flood not only caused erosion along the riverbanks, leading to damage at the erosion site but also affected downstream areas that received the eroded materials. To address this, revetments were built as a solution. This study aims to compare the stability, construction time, and costs between using stone masonry and precast L-Gutter for revetment work. The research was conducted through direct field observations, which were carried out twice. These observations focused on the construction time for both stone masonry revetments and precast L-Gutter installations. The findings show that both stone masonry and L-Gutter revetments exceeded the required safety factor of 1.5. The L-Gutter method proved to be more cost-effective, saving around Rp5,936,251.63 compared to the stone masonry method. However, the stone masonry construction was completed four days faster than the L-Gutter method.

Keywords: Flood, Stone Masonry, L-Gutter

ABSTRAK

Banjir merupakan masalah tahunan dan memberikan pengaruh besar terhadap kondisi masyarakat baik secara sosial, ekonomi maupun lingkungan (Sholikha dkk, 2022). Banjir yang terjadi pada Sungai Ledeng, selain mengakibatkan gerusan pada tebing sungai dan menimbulkan kerusakan ditempat terjadinya gerusan juga merusak pada daerah-daerah penerima hasil gerusan. Sebagai upaya untuk menangani hal ini adalah dengan adanya pembangunan *revetment*. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui stabilitas, perbandingan waktu dan biaya terhadap pekerjaan *revetment* menggunakan pasangan batu dengan *precast L-Gutter*. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan observasi langsung di lapangan. Observasi dilakukan sebanyak dua kali antara lain, pengamatan terhadap waktu pekerjaan *revetment* pasangan batu kali dan pengamatan terhadap waktu pekerjaan *revetment* dengan *precast L-Gutter*. Hasil dari penelitian didapatkan stabilitas dari *revetment* pasangan batu dan *L-Gutter* dilihat dari semua stabilitas melebihi angka keamanan atau *safety factor* yaitu 1,5, biaya metode *L-Gutter* lebih murah dibanding dengan metode pasangan batu dengan selisih sebesar Rp5,936,251.63, dan untuk waktu pekerjaan konstruksi metode pasangan batu lebih cepat 4 hari dibandingkan dengan metode *L-Gutter*.

Kata Kunci: Banjir, Pasangan Batu, *L-Gutter*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Banjir merupakan masalah tahunan dan memberikan pengaruh besar terhadap kondisi masyarakat baik secara sosial, ekonomi maupun lingkungan (Sholikha dkk, 2022). Banjir didefinisikan sebagai bencana akibat curah hujan yang tinggi dan tidak memiliki saluran pembuangan air yang memadai sehingga merendam wilayah-wilayah yang dikehendaki (Sholikha dkk, 2022). Banjir sudah menjadi kata yang sering didengar saat musim penghujan tiba. Banyak definisi tentang pengertian banjir, salah satu definisi banjir menurut Yohana dkk, (2017) adalah suatu peristiwa yang terjadi akibat adanya penumpukan air yang jatuh dan tidak dapat ditampung oleh tanah.

Liputan6.com (2022) menyampaikan salah satu peristiwa banjir dan tanah longsor yang terjadi di Kabupaten Purworejo dengan penjelasan sebagai berikut, hujan dengan intensitas lebat di Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah memicu lima sungai besar meluap, yakni Sungai Bogowonto, Sungai Blangu, Sungai Jali, Sungai Dulang dan Sungai Kebang. Akibatnya, bencana banjir dan longsor melanda pada Rabu (16/3), menurut laporan Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Purworejo, terdapat 11.115 jiwa dari 2.924 Kepala Keluarga (KK) terdampak akibat bencana banjir ini sedangkan yang terdampak longsor ada 7 KK.

Kulon Progo merupakan salah satu kabupaten dari Daerah Istimewa Yogyakarta, dimana wilayah tersebut tengah mengalami pertumbuhan pesat, dengan salah satu pendorong pertumbuhan yang signifikan adalah adanya *Yogyakarta International Airport* (YIA). Berdasarkan Daerah Aliran Sungai (DAS), Bandara YIA terletak diantara 2 (dua) DAS yaitu DAS Serang dan DAS Bogowonto. Selain posisinya yang terletak diantara 2 (dua) DAS juga keberadaannya di Jalur Pantai Selatan Jawa (Pansela) secara topografi merupakan daerah datar menjadikannya sangat rentan terhadap bahaya banjir.

Daerah Aliran Sungai (DAS) Serang merupakan wilayah aliran sungai yang mencakup YIA, DAS Serang memiliki luas DAS sebesar 32,15 km² dengan terdiri dari beberapa gabungan sungai dari beberapa sungai di Kabupaten Kulon Progo. Salah satu sungai yang berada pada DAS Serang adalah Sungai Ledeng. Ketika memasuki musim penghujan, DAS Serang sering mengalami bencana alam banjir yang disusul dengan tanah longsor. Banjir tersebut sering kali menggenangi pemukiman penduduk dan jalan nasional yang menuju YIA. Sebagaimana tercatat adanya genangan banjir pada tahun 2013, 2014 (sebelum dibangunnya YIA) dan genangan dengan perubahan pola pada tahun 2019 (setelah dibangunnya YIA), banjir tersebut mengganggu pengoperasian Bandara YIA maupun kawasan sekitarnya. Hal ini diakibatkan kapasitas saluran drainase di Kawasan Strategis Nasional Yogyakarta International Airport (KSN-YIA) yang tidak mampu menampung debit banjir.

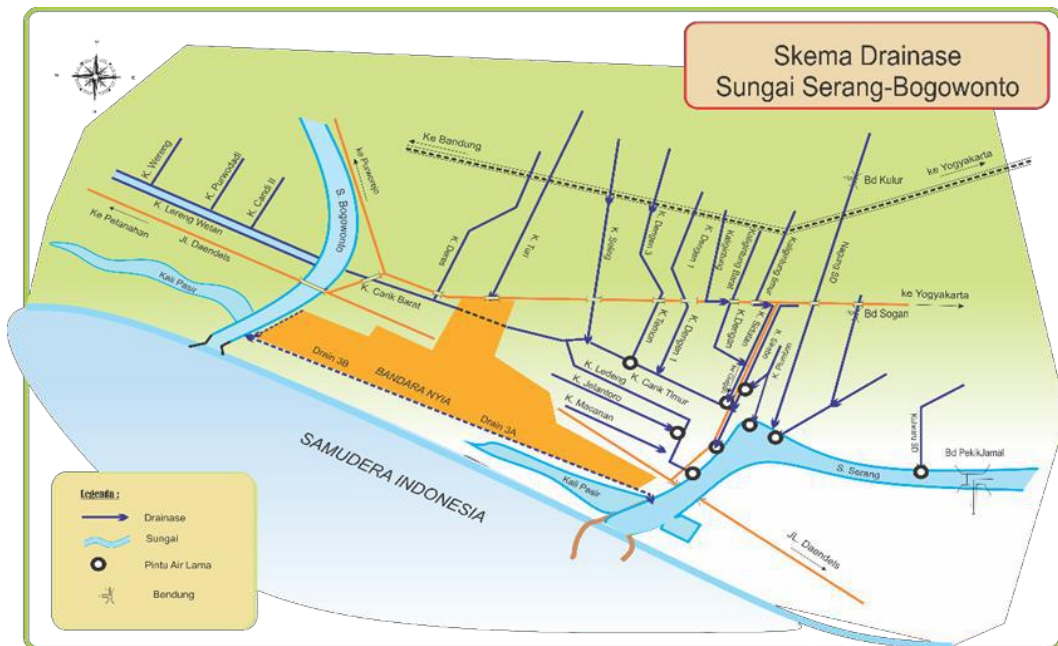
Banjir yang terjadi pada Sungai Ledeng, selain mengakibatkan gerusan pada tebing sungai dan menimbulkan kerusakan ditempat terjadinya gerusan juga merusak pada daerah-daerah penerima hasil gerusan. Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak (BBWS-SO) sebagai *stakeholder* pengelolaan DAS kepanjangan tangan Pemerintah Republik Indonesia berprakarsa untuk melakukan (1) pengurangan wilayah banjir dan terkena dampak, serta (2) pengamanan infrastruktur di wilayah terdampak banjir. *Prakarsa* ini diwujudkan dengan memberikan wewenang kepada Satuan Kerja Non Vertikal Tertentu (SNVT) Pelaksana Jaringan Sumber Air Serayu Opak melakukan pembangunan infrastruktur pengendali banjir pada DAS Serang yang mampu mengendalikan dampak banjir terhadap kawasan tersebut.

Sebagai upaya untuk menangani hal ini adalah dengan adanya pembangunan *Revetment*. *Revetment* adalah bangunan berupa struktur penahan gempuran gelombang sebagai proteksi terhadap tebing yang ditempatkan di sepanjang kawasan yang akan dilindungi. Penggunaan *Revetment* dimaksudkan untuk memproteksi tepi pantai atau sungai agar tidak terjadi pengikisan akibat gempuran gelombang. Tetapi bila struktur dinding dan lantai penahan tidak direncanakan dengan baik, dapat mengakibatkan kerusakan yang terjadi menjadi

relatif cepat. Oleh karena itu pada bagian struktur dinding dan lantai perlu dirancang suatu struktur penahan erosi yang cukup baik (Jawat, 2017).

Revetment adalah bangunan yang ditempatkan pada permukaan suatu lereng guna melindungi suatu tebing alur sungai (umumnya muara sungai) atau permukaan lereng tanggul dan secara keseluruhan berperan meningkatkan stabilitas alur sungai atau tubuh tanggul yang dilindunginya. Penggunaan *Revetment* dimaksudkan untuk melindungi tebing sungai agar tidak terjadi pengikisan sungai akibat arus banjir.

Jenis *revetment* pada suatu lokasi dibedakan menjadi dua macam yaitu *revetment* dengan metode konvensional (pasangan batu) dan *revetment* dengan metode *precast*. Metode *precast* memiliki beberapa jenis, salah satunya adalah *precast* L-Gutter. Penggunaan jenis *revetment* didasarkan pada kondisi tanah. Kelebihan metode beton pracetak antara lain adalah waktu pengerjaan dan pemasangan yang lebih singkat, proses produksi yang tidak bergantung cuaca, kontrol kualitas yang jauh lebih terjaga, hemat akan penggunaan bekisting, serta pelaksanaan yang membutuhkan lebih sedikit pekerja (Zein Dkk, 2023). Berdasarkan DED (*Detail Engineering Drawing*) digunakan metode konvensional (pasangan batu kali) sebagai proteksi sungai. Berdasarkan uraian diatas, ingin dilakukan perbandingan antara metode konvensional (pasangan batu) dengan metode *precast* L-Gutter. Berikut ditampilkan Gambar 1.1 Skema Jaringan Sistem drainase Sekitar Kawasan Bandara YIA.



Gambar 1. 1 Jaringan Sistem Drainase Sekitar Kawasan Bandara YIA

Sumber: PT. PP (2020)

1.2. Rumusan Masalah

Sesuai dengan latar belakang yang dipaparkan di atas, perlu diketahui permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana stabilitas (*safety factor*) pada pasangan batu kali dan *precast L-Gutter* terhadap daya dukung (*bearing capacity*)?
2. Seberapa besar perbandingan biaya pekerjaan *Revetment* menggunakan pasangan batu dengan *precast L-Gutter*?
3. Seberapa besar selisih waktu pekerjaan *Revetment* menggunakan pasangan batu dengan *precast L-Gutter*?

1.3. Tujuan Penelitian

Agar dapat menjawab masalah pada rumusan masalah, maka tujuan penyusunan tesis ini untuk:

1. Mengetahui stabilitas terhadap daya dukung (*bearing capacity*) pekerjaan *Revetment* menggunakan pasangan batu dengan *precast L-Gutter*.

2. Mengetahui perbandingan biaya pekerjaan *Revetment* menggunakan pasangan batu dengan *precast L-Gutter*.
3. Mengetahui selisih waktu pekerjaan *Revetment* menggunakan pasangan batu dengan *precast L-Gutter*.

1.4. Batasan Penelitian

Agar penelitian ini lebih mengarah pada latar belakang dan permasalahan yang telah dirumuskan maka diperlukan batasa-batasan masalah guna membatasi ruang lingkup penelitian, sebagai berikut:

1. Penelitian membahas stabilitas (*safety factor*) pekerjaan *revetment* menggunakan pasangan batu dan *precast L-Gutter* untuk daya dukung saja, untuk stabilitas guling dan geser tidak diperhitungkan.
2. Penelitian membahas perbandingan biaya dan waktu pada metode pasangan batu dan *L-Gutter*.
3. Analisis dilakukan pada pekerjaan *revetment* di Sungai Ledeng DAS Serang STA. A.5 – A.5+50.
4. Penelitian dilakukan pada salah satu *segmen* (12,10 m) pada pekerjaan *revetment* pada proyek Pengendali Banjir DAS Serang.
5. Fokus pada pekerjaan struktur *revetment*.
6. Penelitian dilakukan pada tahun 2024.
7. Harga satuan yang digunakan berdasarkan Permen PU-PR No.1/PRT/M/2016 karena pekerjaan konstruksi dimulai pada tahun 2022 agar lebih relevan.
8. Koefisien pekerjaan yang digunakan berdasarkan Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) kontrak (terlampir)
9. Biaya yang diperhitungkan hanya biaya langsung saja.

1.5. Manfaat Penelitian

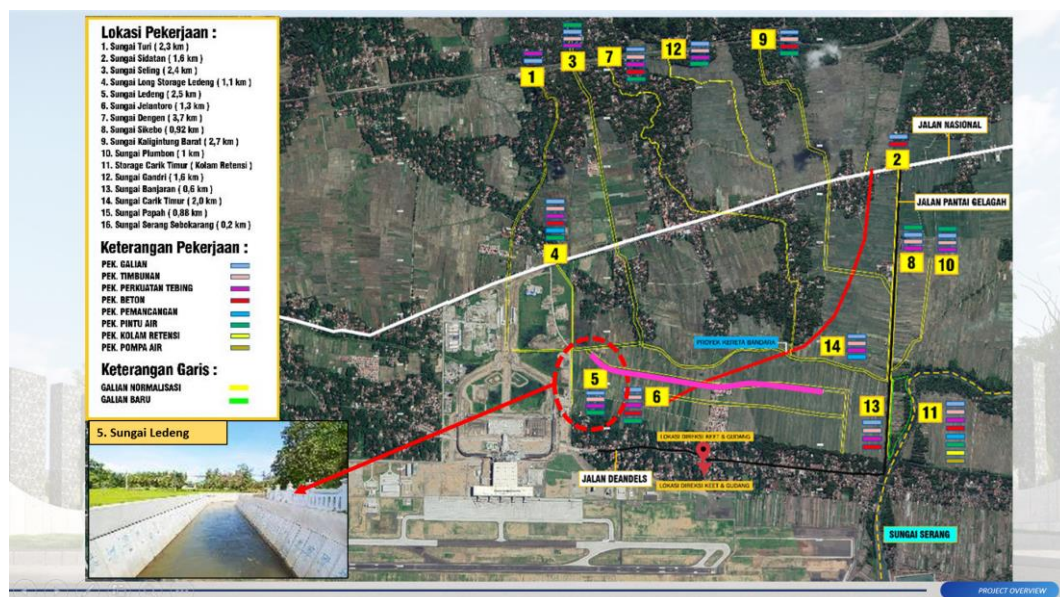
Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Memberi masukan dan pertimbangan kepada instansi terkait, khususnya Pemberi Kerja BBWS-SO dalam hal ini PPK Sungai Dan Pantai II.
2. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi pertimbangan untuk pemilihan metode pada pekerjaan konstruksi, khususnya konstruksi *revetment*.

3. Mengetahui biaya pekerjaan *revetment* menggunakan pasangan batu dengan *precast L-Gutter*.
4. Mengetahui besar selisih waktu pekerjaan *revetment* menggunakan pasangan batu dengan *precast L-Gutter*.
5. Mengetahui metode pelaksanaan pekerjaan mana yang lebih efektif dan efisien dari segi pelaksanaan dan biaya pada kedua metode tersebut.

1.6. Lokasi Penelitian

Lokasi pekerjaan pembangunan *revetment* perkuatan dinding sungai terletak di Sungai Ledeng DAS Serang STA. A.5 – A.5+50. Dengan jarak per STA adalah 50 meter dan angka ‘+’ menunjukkan letak titik meternya. Terletak di Kelurahan Karangwuni, Kec. Wates, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Lihat Gambar 1.2.



Gambar 1. 2 Lokasi Penelitian

Sumber: BBWS Serayu Opak (2024)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Untuk mencapai hasil yang baik maka penelitian terdahulu yang digunakan sebagai tinjauan pustaka pada penelitian ini adalah:

1. Baroq (2019) melakukan penelitian dengan judul Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Kolom Antara Metode Beton Konvensional Dengan Precast. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menghitung harga satuan pekerjaan (HSP) dan rencana anggaran biaya (RAB). Hasil dari penelitian ini adalah analisis perhitungan struktur kolom metode beton konvensional dan metode beton pracetak *precast*. Harga rencana anggaran biaya untuk struktur kolom metode konvensional adalah Rp626.310.009,00 dan untuk struktur kolom metode beton pracetak adalah Rp891.892.260,00. Perbedaan harga pada perhitungan kolom metode beton konvensional dan metode beton pracetak *precast* terletak pada metode beton pracetak *precast*, penambahan biaya transport untuk pemesanan kolom dan pemasangan yang harus melibatkan alat berat pada setiap pemasangan kolom, dimana terdapat biaya pemasangan yang lebih mahal dibanding biaya pemesanan kolom karena kecilnya diameter kolom. Hasil analisis durasi pekerjaan struktur kolom pada lantai 1 metode beton konvensional adalah 17 hari dan untuk analisis durasi pengerjaan struktur kolom metode beton pracetak *precast* adalah 11 hari.
2. Wahyudi dkk (2023) melakukan penelitian dengan judul Analisis Biaya Pembangunan *Site Facilities* Proyek *Revetment* dan *Retaining Wall* Dermaga Benoa. Penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif dan pengumpulan data dalam bentuk survey, observasi, dan wawancara. Berdasarkan hasil disimpulkan bahwa bangunan *site facilities* yang di bangun adalah kantor kontraktor, ruang kesehatan, tempat parkir motor dan mobil, toilet pekerja, kantor direksi dan konsultan, ruang LAB, gudang semen dan *plywood*, gudang mekanik, pos security dan K3, bedeng pekerja, tempat

sampah, dan tandon air. Perbandingan biaya *site facilities* terhadap nilai kontrak adalah 0,253 %.

3. Adji & Agung (2021) melakukan penelitian dengan judul Analisis Stabilitas Lereng menggunakan Aplikasi Plaxis 8.2 dengan Perkuatan Dinding Penahan Tanah. Tahapan penelitian ini dimulai dengan mencari referensi terkait subjek penelitian, kemudian dilakukannya pengumpulan data yang akan digunakan dalam penelitian. Pemodelan lereng kondisi asli dan memasukkan data pada aplikasi Plaxis 8.2. Hasil dari penelitian ini adalah perencanaan perkuatan dinding penahan tanah untuk stabilitas lereng digunakan model dinding dengan tinggi sebesar 9,5 m dan lebar 5,7 m. Hasil perhitungan stabilitas lereng dengan menggunakan perangkat lunak Plaxis 8.2 menunjukkan nilai keamanan (*safety factor*) lereng tanpa menggunakan perkuatan sebesar daya dukung tanah 1,23, kemudian untuk lereng dengan menggunakan perkuatan dinding penahan tanah sebesar 1,59.
4. Fachrurrozi dkk (2022) melakukan penelitian dengan judul Analisis Stabilitas Lereng dengan Pendekatan *Value Engineering* (Studi Kasus Konservasi DAS Gung Kabupaten Tegal). Penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif dan pengumpulan data dalam bentuk observasi. Hasil dari penelitian ini untuk *retaining wall*, *sheetpile wall*, dan *revetment wall* mencapai angka aman untuk dilakukan pekerjaan konstruksi dikarenakan nilai keamanan melebihi ambang batas yaitu lebih dari 1,5. Penerapan dinding penahan tanah pada alternatif-alternatif yang sudah direncanakan, dilihat dari Rencana Anggaran Biaya terlihat bahwa pekerjaan struktur merupakan rencana anggaran biaya yang paling tinggi di banding pekerjaan galian, pekerjaan persiapan, pekerjaan timbunan.
5. Wibowo (2023) melakukan penelitian dengan judul Analisis Stabilitas Struktur *Retaining Wall Basement* Rumah Sakit Regina Maris terhadap Tekanan Tanah Dengan Aplikasi Plaxis 8.6. Metode yang dilakukan pada penelitian ini dimulai dengan studi literatur selanjutnya dilakukan pengumpulan data dan dilanjutkan dengan perhitungan. Hasil dari penelitian ini untuk analisis dengan metode Rankine Stabilitas terhadap guling nilai SF

yang didapat memenuhi syarat aman yaitu 2.54 dari nilai SF yang diizinkan sebesar 1,5. Untuk stabilitas terhadap geser nilai SF yang didapat memenuhi syarat aman yaitu 2.447 dari nilai SF yang diizinkan sebesar 2.

2.2 Penelitian Sekarang

Winarso (2024) dengan judul penelitian Analisis Safety Factor, Waktu, dan Biaya pada Pekerjaan Revetment antara Metode Pasangan Batu dengan Metode L-Gutter. Metode yang digunakan pada penelitian ini dibedakan menjadi beberapa bagian, yaitu analisis stabilitas, analisis biaya dimana penentuan AHSP yang mengacu pada Permen PU-PR No.1/PRT/M/2016 karena pekerjaan konstruksi dilakukan pada tahun 2022 agar lebih relevan dalam analisis waktu pelaksanaan pekerjaan. Hasil penelitian ini adalah mengetahui stabilitas terhadap daya dukung (*bearing capacity*) serta mengetahui perbandingan biaya dan selisih waktu pekerjaan revetment menggunakan pasangan batu dengan precast L-Gutter.

2.3 Keaslian Penelitian

Berikut ini adalah Tabel 2.1 perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan sekarang.

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Sekarang

Penulis	Judul	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Baroq (2019)	Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Kolom Antara Metode Beton Konvensional Dengan <i>Precast</i>	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan biaya pada pekerjaan kolom antara metode beton konvensional dengan metode beton pracetak (<i>precast</i>) pada proyek Rusun Gowok Polda DIY Sleman serta mengetahui perbandingan waktu pada pekerjaan kolom antara metode beton konvensional dengan metode beton pracetak (<i>precast</i>) pada proyek Rusun Gowok Polda DIY Sleman	Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menghitung harga satuan pekerjaan (HSP) dan rencana anggaran biaya (RAB)	Hasil dari penelitian ini adalah anggaran biaya untuk struktur kolom metode konvensional adalah Rp626.310.009,00 dan untuk struktur kolom metode beton pracetak adalah Rp891.892.260,00. Hasil analisis durasi pekerjaan struktur kolom pada lantai 1 metode beton konvensional adalah 17 hari dan untuk analisis durasi pengerjaan struktur kolom metode beton pracetak <i>precast</i> adalah 11 hari
Wahyudi dkk (2023)	Analisis Biaya Pembangunan <i>Site Facilities</i> Proyek <i>Revetment dan Retaining Wall</i> Dermaga Benoa	Tujuannya adalah informasi rincian biaya pembangunan <i>site facilities</i> serta menjadi bahan referensi sebagai acuan penyusunan RAB <i>site facilities</i>	Penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif dan pengumpulan data dalam bentuk survey, observasi, dan wawancara.	Berdasarkan hasil disimpulkan bahwa perbandingan biaya <i>site facilities</i> terhadap nilai kontrak adalah 0,253 %

Lanjutan Tabel 2.2 Perbedaan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Sekarang

Penulis	Judul	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Adji & Agung (2021)	Analisis Stabilitas Lereng menggunakan Aplikasi Plaxis 8.2 dengan Perkuatan Dinding Penahan Tanah	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai keamanan (<i>safety factor</i>) lereng tanpa perkuatan dengan lereng menggunakan perkuatan, selain itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besaran nilai angka keamanan stabilitas geser dan nilai angka keamanan stabilitas guling Analisis Stabilitas Lereng menggunakan Aplikasi Plaxis 8.2 dengan Perkuatan Dinding Penahan Tanah	Analisis stabilitas internal digunakan dengan aplikasi Plaxis 8.2 dan analisis stabilitas eksternal dengan perhitungan manual	Hasil perhitungan stabilitas lereng menunjukkan nilai (<i>safety factor</i>) lereng tanpa menggunakan perkuatan sebesar 1,23, dengan menggunakan perkuatan dinding penahan tanah sebesar 1,59. Berdasarkan hasil perhitungan stabilitas geser dinding penahan tanah adalah sebesar 2,24, untuk stabilitas guling adalah 2,1 dan 3,36 adalah untuk daya dukung tanah.
Fachrurrozi dkk (2022)	Analisis Stabilitas Lereng dengan Pendekatan <i>Value Engineering</i> (Studi Kasus Konservasi DAS Gung Kabupaten Tegal)	Mengetahui kondisi tanah pada lereng sungai di lokasi Desa Guci, Kecamatan Bumijiwa, Kabupaten Tegal serta mengkaji sejauh mana	Penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif dan pengumpulan data dalam bentuk observasi.	Hasil dari penelitian ini untuk retaining wall, sheetpile wall, dan revetment wall mencapai angka aman untuk dilakukan pekerjaan

Lanjutan Tabel 2.3 Perbedaan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Sekarang

Penulis	Judul	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
		penerapan analisis <i>Value Engineering</i> dengan beberapa alternatif perbaikan tanah pada lereng sungai di Desa Guci, Kecamatan Bumijiwa Kabupaten Tegal.		konstruksi dikarenakan nilai keamanan melebihi ambang batas yaitu lebih dari 1,5. Penerapan dinding penahan tanah pada alternatif-alternatif yang sudah direncanakan, dilihat dari Rencana Anggaran Biaya terlihat bahwa pekerjaan struktur merupakan rencana anggaran biaya yang paling tinggi di banding pekerjaan galian, pekerjaan persiapan, pekerjaan timbunan.
Wibowo (2023)	Analisis Stabilitas Struktur Retaining Wall Basement Rumah Sakit Regina Maris terhadap Tekanan Tanah Dengan Aplikasi Plaxis 8.6	Memperoleh hasil kestabilan dinding penahan tanah pada pembangunan rumah sakit regina maris medan berdasarkan hasil BH-01 data hasil laboratorium dan hasil komputasi dari <i>software plaxis</i> 8.6	Metode yang dilakukan pada penelitian ini dimulai dengan studi literatur selanjutnya dilakukan pengumpulan data dan dilanjutkan dengan perhitungan	Hasil penelitian ini untuk analisis dengan metode Rankine Stabilitas terhadap guling dan geser nilai SF yang didapat memenuhi syarat aman yaitu 2.54 dan 2.447 dari nilai SF yang diizinkan sebesar 1,5 dan sebesar 2

Sedangkan penelitian yang dilakukan saat ini dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2. 4 Penelitian Saat Ini

Penulis	Judul	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Winarso (2024)	Analisis <i>Safety Factor</i> , Waktu, dan Biaya pada Pekerjaan <i>Revetment</i> antara Metode Pasangan Batu dengan Metode L-Gutter	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui stabilitas terhadap daya dukung (<i>bearing capacity</i>) pekerjaan <i>revetment</i> menggunakan pasangan batu dengan <i>precast L-Gutter</i> dan mengetahui perbandingan waktu dan biaya dalam proses pelaksanaan pekerjaan <i>revetment</i> menggunakan pasangan batu dengan <i>precast L-Gutter</i>	Metode pada penelitian ini dibedakan menjadi beberapa bagian, yaitu analisis stabilitas, analisis biaya dimana penentuan AHSP yang mengacu pada Permen PU-PR No 1/PRT/M/2016 karena pekerjaan konstruksi dimulai pada tahun 2022 agar lebih relevan dan analisis waktu pelaksanaan pekerjaan	Hasil penelitian ini adalah mengetahui stabilitas terhadap daya dukung (<i>bearing capacity</i>) serta mengetahui perbandingan biaya dan selisih waktu pekerjaan <i>revetment</i> menggunakan pasangan batu dengan <i>precast L-Gutter</i>

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Proyek Konstruksi

Menurut Soekirno (1999), proyek adalah sebuah rangkaian pekerjaan yang bertujuan untuk mencapai tujuan proyek sesuai dengan ketetapan persyaratan pada awal proyek seperti persyaratan mutu, waktu, dan biaya. Proyek merupakan usaha yang bersifat sementara untuk menghasilkan produk maupun layanan yang unik dan melibatkan beberapa orang yang saling berhubungan. Sponsor utama proyek akan tertarik dalam penggunaan sumber daya yang efektif untuk menyelesaikan proyek secara efisien dan tepat waktu Schwalbe (2006). Adapun menurut Larson (2010), proyek adalah kegiatan yang kompleks, tidak rutin, usaha satu waktu yang dibatasi oleh waktu, anggaran, sumber daya, dan spesifikasi kinerja yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Menurut Dipohusodo (1996), proyek konstruksi merupakan proyek yang berkaitan dengan upaya pembangunan sesuatu bangunan infrastruktur, yang umumnya mencakup pekerjaan pokok yang didalamnya termasuk dalam bidang teknik sipil dan arsitektur.

Revetment adalah bangunan berupa struktur penahan gempuran gelombang sebagai proteksi terhadap tebing pantai yang ditempatkan di sepanjang kawasan yang akan dilindungi. Penggunaan *revetment* dimaksudkan untuk memperkuat tepi sungai agar tidak terjadi pengikisan tebing Sungai. Tetapi bila dinding penahan tidak direncanakan dengan baik, dapat mengakibatkan kerusakan yang terjadi menjadi relatif cepat. Karena itu pada bagian dasar perlu dirancang suatu struktur penahan erosi yang cukup baik (Subdit Rawa dan Pantai, 1997). *Revetment* memiliki 2 jenis yaitu tipe masif (*precast*) dan tipe tidak masif atau tipe fleksibel (pasangan batu). Masing - masing tipe ini memiliki kelebihan dan kekurangan, yang dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut:

Tabel 3. 1 Perbandingan *Revetment* Tipe *Precast* dan Pasangan Batu

Jenis <i>Revetment</i>	Kelebihan	Kelemahaan
Tipe masif (<i>Precast</i>)	Bahan bangunan lebih sedikit	Tidak fleksibel
	Bangunan terlihat rapi	Pada pelaksanaan memerlukan pengawasan yang seksama
	Pemasangan lebih cepat	Bilaterjadi kerusakan, sulit untuk diperbaiki
Tipe tidak masif (Pasangan Batu)	Bangunan yang fleksibel	Memerlukan banyak material
	Bila terjadi kerusakan mudah untuk diperbaiki	Pemasangan lebih lama
	Pengawasan dalam pelaksanaan relatif mudah	

3.2 Manajemen Proyek

Manajemen proyek konstruksi merupakan merancang, menyusun organisasi, mengelola serta mengatur sumber daya perusahaan sehingga dapat menghasilkan target jangka pendek yang sudah ditetapkan. Sumber daya untuk konstruksi yang diartikan ialah tenaga kerja, alat serta peralatan, material, biaya, dan metode (Kerzner, 1982). Menurut Yuliana (2016) ada beberapa hal dalam pengelolaan manajemen proyek konstruksi, antara lain:

1 Perencanaan (*Planning*)

Perencanaan yang matang dalam sebuah proyek diperlukan untuk mencapai sasaran, perencanaan ini dilakukan dengan cara menempatkan dasar tujuan dan sasaran proyek sehingga bisa diterapkan. Hasil perencanaan digunakan sebagai acuan pelaksanaan selain itu pengendalian juga harus dibuat dengan baik untuk menyesuaikan dengan perubahan yang akan terjadi pada proses setelahnya.

2 Pengorganisasian (*Organizing*)

Pengorganisasian dilaksanakan dengan cara mengidentifikasi serta mengelompokkan jenis pekerjaan, menentukan pendelegasian wewenang serta tanggung jawab setiap individu.

3 Pelaksanaan (*Actuating*)

Pelaksanaan adalah wujud dari perencanaan yang sudah ditentukan. Penyelaksanaan diwujudkan dengan membuat seluruh anggota berada dalam satu jalan atau tujuan agar seluruh anggota dapat bekerja sama dengan baik sehingga dapat mencapai tujuan ataupun sasaran yang telah ditetapkan. Agar mendapatkan jadwal pelaksanaan yang relevan serta sesuai dengan tujuan dan sasaran maka perlu dilakukan proses pengawasan dan pembaharuan. Dilakukannya evaluasi dan koreksi apabila terdapat penyimpangan atau hal yang tidak diinginkan terhadap rencana awal, agar proyek tetap berada di jalan yang direncanakan.

4 Pengendalian (*Controlling*)

Pengendalian adalah tahapan yang sangat berpengaruh pada hasil akhir proyek. Meminimalisir semua penyimpangan yang bisa terjadi dalam proyek merupakan tujuan utama dari tahap pengendalian. Pengawasan, pemeriksaan, dan evaluasi merupakan kegiatan yang ada di tahap pengendalian. Aktivitas yang dibutuhkan untuk memastikan proyek agar selesai sesuai dengan anggaran biaya yang telah disepakati merupakan pengertian dari manajemen biaya proyek. Pengelolaan yang baik diperlukan karena anggaran biaya pada proyek biasanya terbatas. Pengelolaan dari aspek biaya pada proyek disebut juga manajemen biaya proyek yang digunakan agar pelaksanaan proyek selesai sesuai rencana (Samuel, 2017). Menurut Samuel (2017), agar pelaksanaan proyek tetap berada pada jalur sesuai anggaran biaya yang telah disepakati, maka diperlukan beberapa tahapan sebagai berikut:

- a. Perkiraan biaya yaitu merencanakan perkiraan sesuai biaya dan sumber daya yang akan dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek.
- b. Anggaran biaya ialah pengalokasian setiap perkiraan biaya yang sudah dibuat ketiap paket kerja.

- c. Pengendalian biaya yaitu pengendalian perubahan biaya yang terjadi selama pelaksanaan proyek.

3.3 Perhitungan Stabilitas

3.3.1 Perhitungan stabilitas (*stability Calculation*)

Dalam melakukan analisis stabilitas dinding penahan tanah, terdapat beberapa data-data yang diperlukan, seperti data properties tanah, data koefisien gempa, serta peta topografi. Setelah data-data yang diperlukan telah terkumpul barulah dapat dilakukan analisis stabilitas dinding penahan tanah. Analisis stabilitas dinding penahan tanah harus meninjau beberapa parameter yang harus dipenuhi. Parameter tersebut adalah stabilitas penggulingan, stabilitas pergeseran, serta tekanan tanah yang terjadi pada tanah dasar pondasi tidak boleh melebihi kapasitas dukung ijin. Pada penelitian ini parameter yang diperhitungkan hanya stabilitas daya dukug tanah.

Beberapa persamaan kapasitas dukung tanah telah digunakan untuk menghitung stabilitas dinding penahan tanah, salah satunya persamaan kapasitas dukung Terzaghi (1943). Persamaan Terzaghi (1943) sebagai berikut:

Kapasitas dukung ultimit (q_u) untuk fondasi memanjang dinyatakan oleh persamaan berikut:

$$q_u = cN_c + D_f \gamma N_q + 0,5 B \gamma N_\gamma \quad (1)$$

keterangan :

- c : kohesi tanah (ton/m²)
 D_f : kedalaman fondasi (m)
 γ : berat volume tanah (ton/m³)
 B : lebar pondasi dinding penahan tanah (m)
 $N_c, N_q, \text{ dan } N_\gamma$: faktor-faktor kapasitas dukung Terzaghi

$$SF_{dt} = \frac{q_u}{q_s} = \frac{\text{daya dukung tanah ultimit}}{\text{daya dukung tanah yang bekerja}} \quad (2)$$

Tahanan tanah pasif oleh tanah yang berada di depan kaki dinding depan sering diabaikan dalam hitungan stabilitas. Jika tahanan tanah pasif yang ditimbulkan oleh pengunci pada dasar fondasi diperhitungkan, maka nilainya harus

direduksi untuk mengantisipasi pengaruh-pengaruh erosi, iklim, dan retakan akibat tegangan tarik tanah dasar yang kohesif (Hardiyatmo, 2018).

Perhitungan stabilitas diawali dengan menghitung tekanan tanah aktif (K_a) dan tekanan tanah pasif (K_p) menggunakan persamaan (3) dan persamaan (4) berikut:

$$K_a = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (3)$$

Keterangan:

K_a = koefisien tanah aktif

φ = sudut geser tanah ($^\circ$)

$$K_p = \frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \quad (4)$$

Keterangan:

K_p = koefisien tanah pasif

φ = sudut geser tanah ($^\circ$)

Untuk menghitung daya dukung tanah (*bearing capacity*) digunakan persamaan Terzaghi (1943) dengan persamaan (5) dan persamaan (6) sebagai berikut:

$$q_u = (\alpha \times c \times N_c) + (\gamma_{soil} \times z \times N_q) + (\beta \times \gamma_{soil} \times B \times N_\gamma) \quad (5)$$

dimana $q = \gamma_{soil} \times z$, sehingga didapatkan persamaan berikut,

$$q_u = (\alpha \times c \times N_c) + (q \times N_q) + (\beta \times \gamma_{soil} \times B \times N_\gamma) \quad (6)$$

Keterangan:

q_u : kapasitas dukung *ultimate* (t/m^2)

α : faktor bentuk telapak pondasi

c : kohesi (t/cm^2)

γ_{soil} : berat volume tanah (t/m^3)

z : kedalaman pondasi (m)

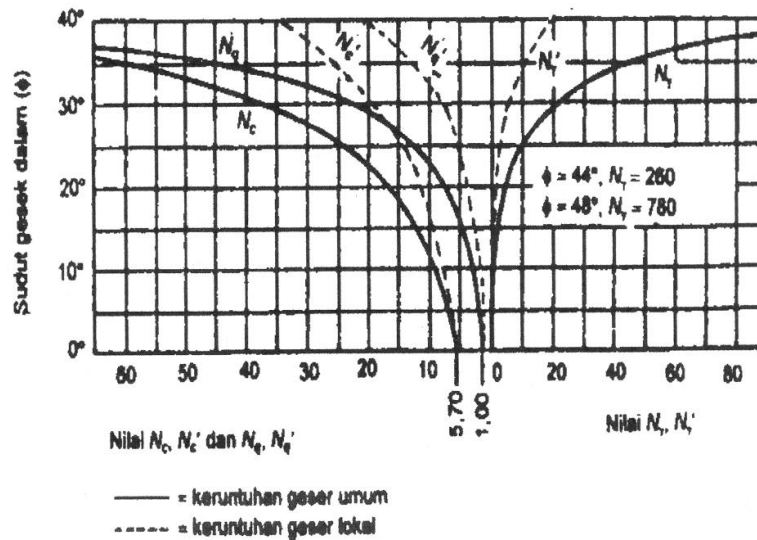
B : lebar kaki dinding penahan

q : *effectif overburden pressures*

β : faktor bentuk telapak pondasi

N_c, N_q, N_γ : Faktor daya dukung Terzaghi

Nilai- nilai N_c, N_q, N_γ adalah fungsi dari besarnya sudut geser dalam (ϕ) yang diberikan Terzaghi dalam bentuk grafik pada Gambar 3.1 berikut:

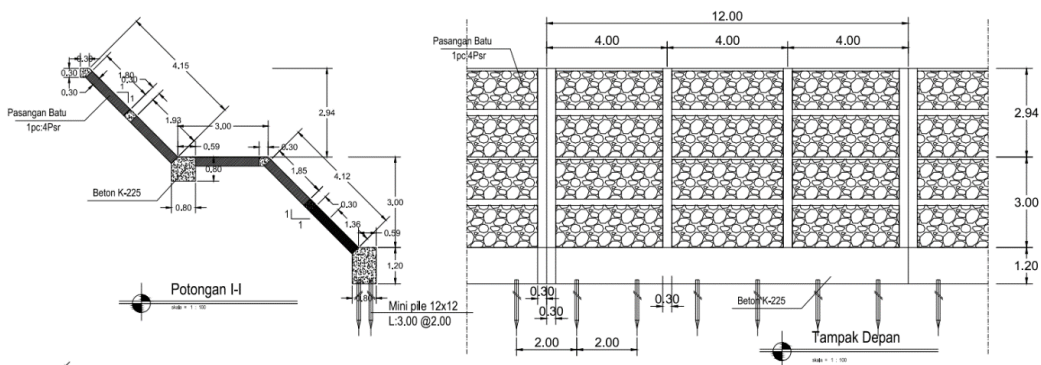


Gambar 3. 1 Hubungan ϕ dan Faktor Daya Dukung Terzaghi

Sumber: Hardiyatmo (2002b)

3.4.1 Revetment Pasangan Batu

Berikut Gambar 3.2 tipikal revetment pasangan batu kali.

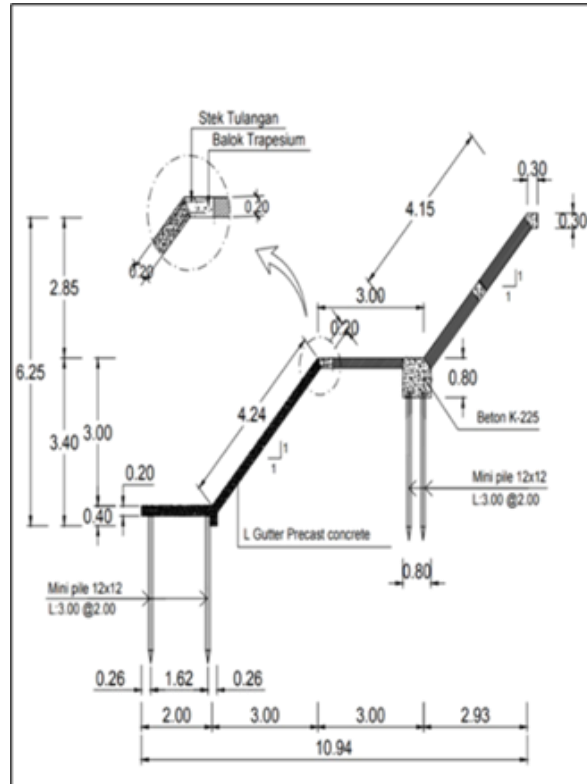


Gambar 3. 2 Tipikal Revetment Pasangan Batu Kali

Sumber: PT PP (2022)

3.4.2 L-Gutter

Berikut Gambar 3.3 L-Gutter dengan *mini pile*.



Gambar 3. 3 L-Gutter dengan Mini Pile

Sumber: BBWS Serayu Opak (2024)

Penggunaan *mini pile* diperlukan bilamana nilai NSP rendah dan kondisi tanah yang tidak keras. Daya dukung tiang pancang ditentukan dengan menggunakan hasil uji SPT di lapangan. Seperti halnya pada hitungan daya dukung fondasi dangkal, nilai N yang digunakan adalah N yang telah dikoreksi terhadap prosedur kerja di lapangan. Daya dukung ultimit neto tiang (Q_u), adalah jumlah dari tahanan ujung bawah ultimit (Q_b) dan tahanan gesek ultimit (Q_s) antara sisi tiang dan tanah di sekitarnya dikurangi dengan berat sendiri tiang (W_p) sesuai persamaan (7) berikut:

$$Q_u = Q_b + Q_s - W_p \quad (7)$$

keterangan :

W_p : berat sendiri tiang (ton)

- Q_u : daya dukung ultimit neto (ton)
 Q_b : $A_b f_b$: tahanan ujung bawah ultimit (ton)
 Q_s : $A_s f_s$: tahanan gesek ultimit (ton)
 A_b : luas dasar tiang (m^2)
 A_s : luas selimut tiang (m^2)

Daya dukung ijin *mini pile* (Q_a) dinyatakan oleh persamaan (8) berikut:

$$Q_a = Q_u / SF \quad (8)$$

dengan SF adalah faktor aman yang diambil sama dengan 3.

a. Tiang pada Pasir

- Tahanan Ujung Ultimit

Briaud et al, (1985) menyarankan persamaan tahanan ujung satuan dengan persamaan (9) berikut:

$$f_b = 19,7 \sigma \rho (N_{60}')^{0,36} \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad (9)$$

- Tahanan Gesek Satuan Ultimit

Berikut persamaan tahanan gesek satuan ultimit sesuai persamaan (10) berikut:

$$f_s = 0,224 \sigma \rho (N_{60}')^{0,29} \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad (10)$$

dengan σ = tegangan referensi = 100 kN/m², N_{60}' adalah N dikoreksi terhadap prosedur lapangan dan tekanan *overburden*. Koreksi tekanan *overburden* yang disarankan oleh Liao dan Whitman (1985), dengan persamaan (11) sebagai berikut:

$$C_N = \sqrt{\frac{95,76}{P_{o'}}} \quad (11)$$

dengan $P_{o'}$ = tekanan *overburden* vertikal efektif (kN/m²) dan $N_{60}' = C_N \times N_{60}$.

b. Tiang Pancang pada Lempung

- Tahanan Ujung Limit

$$Q_b = A_b f_b \quad (12)$$

$$f_b = c_b N_c + p_b \quad (13)$$

keterangan:

Q_b : tahanan ujung bawah ultimit (kN)

- Ab : luas penampang ujung bawah tiang (m^2)
 cb : kohesi pada kondisi tak terdrainase (undrained) (kN/m^2)
 Nc : faktor daya dukung
 Po : tekanan overburden ujung bawah tiang (kN/m^2)
 Nc diambil sama dengan 9 (Skempton, 1959).

- Tahanan Gesek Satuan Ultimit

$$Q_s = A_s f_s \quad (14)$$

$$f_s = c_d = \alpha c_u \quad (15)$$

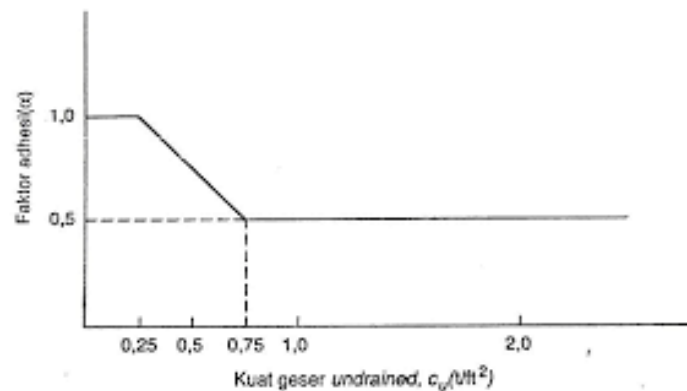
Keterangan:

cd = adhesi antara tiang dan tanah di sekitarnya (kN/m^2)

α = faktor adhesi

cu = kohesi tak terdrainase (kN/m^2)

untuk tiang yang menembus tanah lempung, dalam hitungan daya dukung, nilai kohesi digunakan hubungan empirik $c_u = 6 N$ (kPa). Berikut Gambar 3.5 Grafik faktor adhesi.



Gambar 3. 5 Grafik Faktor Adhesi

Sumber: Hary Christady Hardiyatmo (2018)

3.4 Sumber Daya Pekerjaan

Suatu pekerjaan konstruksi dapat berjalan apabila kebutuhan akan bahan, alat, dan upah sudah terpenuhi.

3.5.1 Bahan

Menurut Westney (1997) biaya bahan tergantung atas bahan yang digunakan pada metode yang digunakan serta ketersediaan dan lokasi pembelian bahan harus terdapat pengecekan harga secara berkala karena sering terjadi kenaikan biaya secara serentak di toko bangunan. Menurut Sastraatmadja (1984) dalam menentukan banyaknya bahan yang akan dipakai dan harganya, biasanya *quantity surveyor* membuat suatu daftar bahan yang diperlukan dimana ini digunakan untuk membuat penawaran harga.

3.5.2 Alat

Menurut Sastraatmadja (1984) dalam menghitung jenis dan banyaknya peralatan yang dipakai dan biayanya, pada hal ini termasuk bangunan-bangunan sementara, mesin-mesin, dan alat tangan. Barang-barang tersebut dihitung berdasarkan berapa kali pakai dan tergantung pada spesifikasi yang diperlukan. Untuk mengetahui produktivitas alat dan kebutuhan alat digunakan persamaan (16), persamaan (17), dan persamaan (18) berikut:

$$\text{Produktivitas perjam} = \frac{1}{\text{Koefisien perjam}} \quad (16)$$

$$\text{Produktivitas perhari} = \text{Produktivitas perjam} \times 8 \text{ jam} \quad (17)$$

$$\text{Kebutuhan Alat} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas perhari}} \quad (18)$$

3.5.3 Upah

Menurut Westney (1997), upah pekerja tergantung ketersediaan dan permintaan. Upah pekerja dapat mengalami kenaikan apabila produktivitas bertambah. Keahlian dari pekerja juga meningkatkan upah. Selain itu, upah pekerja tergantung dengan upah minimum pekerja di daerah tersebut. Menurut Sastraatmadja (1984), untuk perhitungan jam kerja yang dilakukan dalam satu hari, keahliannya, dan upah dalam jam kerja tertentu karena perbedaan jam kerja tiap buruh. Menurut Permen PUPR No.28 Tahun 2016 perhitungan upah dinyatakan dengan orang per jam dapat dilihat pada persamaan (21) berikut. Untuk mengetahui kebutuhan tenaga kerja digunakan persamaan (19) dan (20) berikut ini.

$$\text{Volume perhari} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Lama waktu pengerjaan}} \quad (19)$$

$$\text{Produktivitas perhari} = \text{Koefisien pekerja} \times \text{Volume perhari} \quad (20)$$

$$\text{Upah Orang Perjam (OJ)} = \frac{\text{Upah orang per bulan}}{\text{Hari} \times 8 \text{ Jam kerja}} \quad (21)$$

3.5 Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Menurut Permen PUPR No.28 Tahun 2016 perhitungan analisis harga satuan umumnya terdiri atas 2 biaya, biaya langsung dan biaya tidak langsung. Berikut penjelasan terkait biaya langsung dan biaya tidak langsung.

3.6.1 Biaya Langsung

Menurut Hilton (2005) biaya langsung adalah biaya yang terjadi pada suatu segmen dan terjadinya karena adanya segmen tersebut. Biaya ini merupakan biaya yang dapat ditelusuri dengan jelas dan nyata ke bagian segmen tertentu yang akan dianalisis. Biaya langsung dapat diperoleh menggunakan perhitungan AHSP. AHSP sangat tergantung dari mutu yang digunakan berdasarkan spesifikasi teknis pekerjaan, K3, dan dampak lingkungan. Analisis ini merupakan analisis dengan menghitung biaya upah tenaga kerja dan/atau harga bahan-bahan bangunan maupun peralatan sebagai koefisien kebutuhan penggunaan untuk satu satuan volume pekerjaan. Perhitungan ini telah mempertimbangkan karakteristik pekerjaan sumber daya air seperti keterbatasan aksesibilitas ke lokasi pekerjaan, waktu pelaksanaan terkait musim ataupun kondisi air di sungai, di laut, serta ketersediaan bahan yang kurang berkualitas dan juga penggunaan jenis material khusus.

3.6.2 Biaya Tak Langsung

Menurut Bootman (2005) yang menyatakan bahwa biaya tidak langsung adalah sejumlah biaya yang terkait dengan hilangnya produktivitas akibat menderita suatu penyakit, termasuk biaya transportasi, biaya hilangnya produktivitas, biaya pendamping (anggota keluarga yang menemani pasien). Biaya yang termasuk dalam hal ini adalah biaya umum dan keuntungan dimana jumlah keduanya berkisar 10% sampai 20% dari biaya langsung.

3.6 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya adalah rencana aktivitas dalam suatu proyek yang dinyatakan dalam satuan uang, secara garis besar RAB memiliki komponen penting yaitu:

- a. Biaya pokok yang berhubungan dengan material, upah kerja dan perlatan
- b. Biaya operasional termasuk biaya perizinan, fasilitas atau sarana
- c. Rincian yang harus ada dalam pembuatan RAB
- d. Uraian pekerjaan berdasarkan jenis pekerjaan
- e. Volume pekerjaan
- f. Harga satuan unit dari setiap pekerjaan
- g. Total upah dari pekerja
- h. Total upah dari material dan bahan
- i. Total dari semua biaya, baik dari pengerjaan setiap pekerjaan, upah pekerja, sarana prasarana, dan sebagainya.

Langkah - langkah dalam pembuatan RAB yaitu:

- a. Persiapan dan pengecekan gambar kerja
- b. Penggunaan gambar kerja pada RAB diperlukan untuk menentukan berbagai jenis pekerjaan, spesifikasi, dan ukuran material bangunan
- c. Menghitung volume
- d. Menghitung banyaknya volume pekerjaan dalam satu satuan, misalkan per m^2 , m^3 , atau per unit kemudian volume pekerjaan dikalikan dengan harga satuan pekerjaan
- e. Membuat dan menentukan Harga Satuan Pekerjaan (HSP) untuk menghitung Harga Satuan Pekerjaan yang perlu dipersiapkan ialah indeks (koefisien) analisa pekerjaan, harga material/bahan sesuai satuan, dan harga upah tenaga kerja per hari, termasuk mandor, kepala tukang, tukang dan pekerja.

3.7 Total Biaya Waktu

Total biaya proyek adalah jumlah biaya langsung ditambah biaya tidak langsung. Kedua-duanya berubah sesuai dengan waktu dan kemajuan proyek. Meskipun tidak dapat diperhitungkan dengan rumus tertentu, tapi pada umumnya

makin lama proyek berjalan maka makin tinggi kumulatif biaya tidak langsung yang diperlukan (Soeharto, 1995).

3.8 Manajemen Waktu

Manajemen waktu merupakan metode perencanaan, metode penyusunan, dan pengendalian *schedule* aktivitas proyek. Manajemen waktu juga termasuk ke dalam cara memastikan waktu berakhirnya sebuah proyek. Metode daripada manajemen waktu sendiri terfokus terhadap jalan atau tidaknya perencanaan serta penjadwalan sebuah proyek. Dimana telah disediakan pedoman yang rinci dan detail dalam perencanaan serta penjadwalan tersebut agar kegiatan proyek konstruksi dapat berakhir dengan lebih efisien serta efektif (Clough dan Scars, 1991). Menurut (Aryani dkk, 2016) pelaksanaan manajemen waktu yang baik apabila pelaksanaan aspek- aspek dari manajemen waktu dilaksanakan dengan baik oleh perusahaan kontraktor. Aspek- aspek manajemen waktu tersebut antara lain:

- a. Menetapkan *times schedule* proyek.
- b. Melakukan pengawasan yang meliputi mengukur dan membuat laporan kemajuan proyek.
- c. Melakukan analisis antara jadwal dengan kemajuan proyek.
- d. Melakukan perencanaan dan penerapan tindakan evaluasi.

3.9 Perencanaan Waktu

Perencanaan waktu dalam pengertian proyek konstruksi merupakan perangkat untuk menentukan aktivitas yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek dalam urutan serta kerangka waktu tertentu, dalam mana setiap aktivitas harus dilaksanakan agar proyek selesai tepat waktu (Callahan, 1992).

3.10 Revetment

Perkuatan lereng (*revetment*) adalah bangunan yang ditempatkan pada permukaan suatu lereng guna melindungi suatu tebing alur sungai atau permukaan lereng tanggul dan secara keseluruhan berperan meningkatkan stabilitas alur sungai atau tubuh tanggul yang dilindunginya. Telah terjadi pengembangan yang sangat lanjut terhadap konstruksi, salah satu bangunan persungai yang sangat

vital ini dan pada saat ini telah dimungkinkan memilih salah satu konstruksi, bahan, dan cara pelaksanaan yang paling cocok disesuaikan dengan berbagai kondisi setempat. Walaupun demikian konstruksi perkuatan lereng secara terus menerus dikembangkan dan disempurnakan.

1. Tujuan dan Perkuatan Lereng

Tujuan dari perkuatan lereng adalah untuk melindungi daratan tepat di belakang bangunan. Dimana bangunan yang menghadap arah datangnya gelombang dapat berupa sisi vertikal atau miring. Namun dinding pantai biasanya berbentuk dinding vertikal sedangkan *revetment* mempunyai sisi miring.

2. Fungsi Perkuatan Lereng

Perkuatan lereng merupakan bangunan yang ditempatkan pada suatu lereng yang berfungsi melindungi suatu tebing alur pantai atau permukaan lereng, yang secara keseluruhan memiliki peran guna meningkatkan stabilitas alur pantai atau bahu tanggul yang dilindungi.

3. Klasifikasi Perkuatan Lereng,

Klasifikasi perkuatan lereng berdasarkan lokasi, perkuatan lereng terdiri atas 3 jenis yaitu: perkuatan lereng tanggul (*levee revetment*), perkuatan tebing sungai (*low water revetment*), dan perkuatan lereng menerus (*high water revetment*):

a. Perkuatan Lereng Tanggul

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

b. Perkuatan Tebing Sungai

Perkuatan semacam ini diadakan pada tebing alur sungai, guna melindungi tebing tersebut terhadap gerusan arus sungai dan menengahkan proses meander pada alur Sungai. Selain itu harus diadakan pengamanan-pengamanan terhadap kemungkinan kerusakan terhadap bangunan semacam ini, karena disaat terjadinya banjir bangunan tersebut akan tenggelam seluruhnya.

c. Perkuatan Lereng Lurus

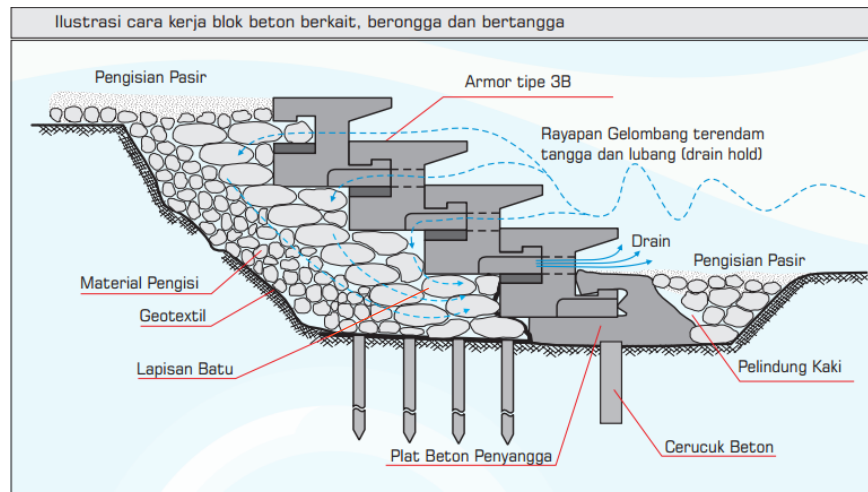
Perkuatan lereng menerus dibangun pada lereng tanggul dan tebing sungai secara menerus (pada bagian sungai yang tidak ada bantarannya). Konstruksi perkuatan lereng dapat dikombinasi dengan: pelindung lereng, pondasi dan pelindung kaki, sambungan, konsolidasi, dan pelindung mercu

4. Bentuk Perkuatan Lereng

Bangunan *revetment* ditempatkan sejajar atau hampir sejajar dengan garis pantai dan bisa terbuat dari pasangan batu, beton, tumpukan pipa (buis) beton, turap, kayu atau tumpukan batu. Berikut contoh bentuk *revetment* yang secara umumnya, antara lain:

a. *Revetment* dari susunan blok beton

Digunakan untuk menahan gelombang besar, disamping untuk melindungi bangunan jalan raya yang berada sangat dekat dengan garis pantai. Contoh dari *revetment* susunan blok beton dapat dilihat pada Gambar 3.6 berikut.



Gambar 3. 6 *Revetment* Block Beton

Sumber: Kompasiana (2015)

b. *Revetment* dengan turap baja

Bangunan ini didukung oleh pondasi tiang dan dilengkapi dengan turap baja yang berfungsi untuk mencegah erosi tanah pondasi oleh serangan gelombang, disamping kaki bangunan juga dilindungi dengan batu

pelindung. Dimana pondasi bangunan harus dirancang dengan baik untuk menghindari terjadinya penurunan akibat tidak merata dan akan menyebabkan pecahnya konstruksi. Contoh dari *revetment* turap baja dapat dilihat pada Gambar 3.7 berikut.



Gambar 3. 7 *Revetment* Turap Baja

Sumber: Mutu Utama Geoteknik (2022)

c. *Revetment* dengan sisi tegak

Bangunan ini digunakan untuk menahan tekanan tanah dibelakangnya. Turap tersebut diperkuat dengan angkur, dimana kaki bangunan harus dilindungi dengan batu pelindung. Bangunan ini juga dapat dimanfaatkan untuk dermaga atau merapatnya/bertambatnya perahu atau kapal kecil pada saat laut tenang. Contoh dari *revetment* dengan sisi tegak dapat dilihat pada Gambar 3.8 berikut.



Gambar 3. 8 *Revetment* Dengan Sisi Tegak

Sumber: Wika Beton (2022)

d. *Revetment* dari tumpukan bronjong

Bronjong merupakan anyaman kawat yang berbentuk kotak dimana didalamnya diisi batu. Dimana bangunan ini berfungsi menyerap energi gelombang, sehingga elevasi puncak bangunan bias rendah (runup kecil). Contoh dari *revetment* tumpukan bronjong dapat dilihat pada Gambar 3.9 berikut.



Gambar 3. 9 *Revetment* Bronjong

Sumber: Mega Bronjong (2015)

e. *Revetment* dari tumpukan batu pecah

Bangunan ini dibuat dalam beberapa lapis, dimana lapisan terluar merupakan lapisan pelindung yang terbuat dari batu dengan ukuran besar

yang dirancang mampu menahan serangan gelombang. Sedangkan lapisan bawah terdiri dari tumpukan batu dengan ukuran lebih kecil. Ini merupakan bangunan konstruksi yang sangat fleksibel karena dapat mengikuti penurunan atau konsolidasi tanah dasar. Contoh dari *revetment* dari tumpukan batu pecah dapat dilihat pada Gambar 3.10 berikut.



Gambar 3. 10 *Revetment* Pasangan Batu

Sumber : PT,PP (2022)

f. *Revetment* dari tumpukan buis beton

Bangunan ini terbuat dari pipa beton berbentuk bulat, pemanfaatannya dengan menyusun secara berjajar atau bertumpuk dan di dalamnya dapat diisi dengan batu atau beton siklop. Contoh *revetment* dari tumpukan buis beton dapat dilihat pada Gambar 3.11 berikut.

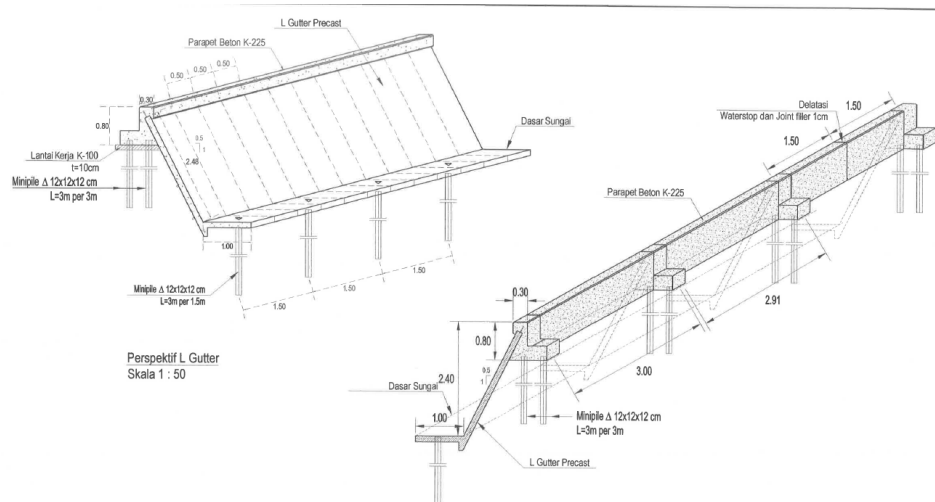


Gambar 3.11 *Revetment* Tumpukan Buis Beton

Sumber: PT,PP (2018)

g. *Revetment* dari L-Gutter Precast Concrete

L-Gutter adalah pengembangan dari U-Gutter. Kerapian pemasangan beton pracetak tipe ini sangat tergantung pada rapi tidaknya (kerataan) lantai kerja. L-Gutter dan plat disambung dengan cor beton *cast in site* sehingga pada ujung kaki L-Gutter dan plat harus dipasang stek besi tulangan. Pada ujung atas badan L-Gutter juga perlu dipasang stek besi tulangan jika direncanakan pemasangan *caping (sloof)*. *Caping* di atas L-Gutter berfungsi untuk merangkai L-Gutter satu dengan lainnya untuk menghindari pergeseran arah melintang akibat desakan tanah samping. *Caping* juga berguna untuk menghindari penurunan yang tidak merata. Kerapian pemandangan saluran arah memanjang juga dipengaruhi oleh kerapian *caping* ini. Contoh *revetment* menggunakan L-Gutter dapat dilihat pada Gambar 3.12 berikut.



Gambar 3.12 *Revetment* L-Gutter

Sumber: PT.PP (2024)

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Metode Penelitian

Metode penelitian dapat diartikan sebagai semua metode atau teknik yang digunakan untuk melakukan penelitian. Metode atau teknik penelitian dengan demikian mengacu pada metode yang digunakan peneliti dalam melakukan operasi penelitian (Kothari, 2004). Metode penelitian juga dapat memberikan alternatif penjelasan sebagai kemungkinan dalam proses pemecahan masalah. Di dalam metode penelitian berisi tentang metode yang digunakan untuk menyelesaikan suatu masalah dalam sebuah penelitian, sehingga penelitian menjadi terarah dalam penyelesaian dan proses pemecahan masalah. Di dalam metode penelitian berisi tentang metode yang digunakan untuk menyelesaikan suatu masalah dalam sebuah penelitian, sehingga penelitian menjadi terarah dalam penyelesaian dan proses pemecahan masalah.

Metode pada penelitian ini dibedakan menjadi beberapa bagian, yaitu analisis stabilitas, analisis biaya dimana penentuan AHSP yang mengacu pada Permen PU-PR No.1/PRT/M/2016 karena pekerjaan konstruksi dilakukan pada tahun 2022 agar lebih relevan dalam analisis waktu pelaksanaan pekerjaan.

4.2 Subjek dan Objek Penelitian

Penentuan subjek dan objek pada penelitian ini dimaksudkan agar didapatkan variabel atau hal yang dapat dijadikan suatu sasaran penelitian.

4.2.1 Subjek Penelitian

Subjek penelitian merupakan tempat variabel melekat. Menurut Arikunto (2010) dalam Kuntoro (2023) subjek penelitian adalah tempat di mana data untuk variabel penelitian diperoleh. Penelitian yang akan dibahas adalah tentang analisis waktu dan biaya pada pekerjaan *revetment* antara metode pasangan batu dengan metode *L-Gutter*. Data pendukung analisis pada pekerjaan *revetment* yang diambil

di lokasi Proyek Pembangunan Sarana Pengendali Banjir DAS Serang. Subjek dari penelitian ini adalah Proyek Pembangunan Sarana Pengendali Banjir DAS Serang.

4.2.2 Objek Penelitian

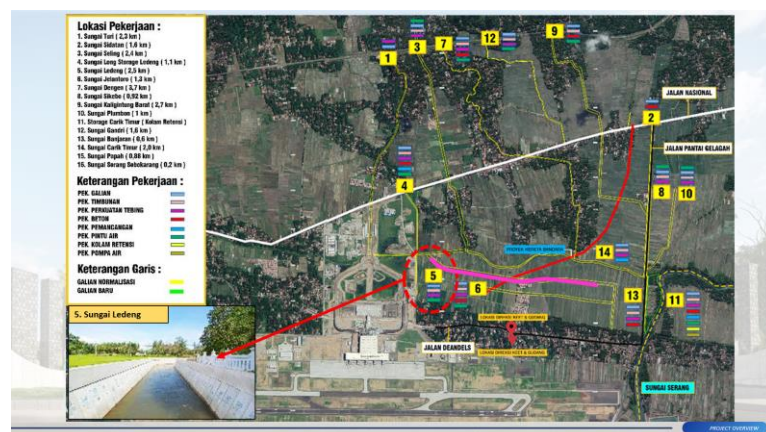
Objek penelitian terkandung masalah yang akan menjadi bahan penelitian. Menurut Sugiyono (2014) objek penelitian adalah suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, objek, atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Berdasarkan pengertian diatas, objek penelitian ini adalah sebagai berikut:

1 Objek Penelitian

Objek dari penelitian ini adalah pekerjaan Pembangunan Sarana Pengendali Banjir DAS Serang

2 Lokasi Penelitian

Studi kasus dilakukan di “Proyek Pembangunan Sarana Pengendali Banjir DAS Serang” yang lokasinya berada di Sungai Ledeng, Kabupaten Kulon Progo. Lokasi studi kasus dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4. 1 Lokasi Studi Kasus

Sumber: BBWS Serayu Opak (2024)

3 Waktu Penelitian

Pengamatan dilaksanakan pada saat Proyek Pembangunan Sarana Pengendali Banjir DAS Serang sedang berlangsung pada bulan April 2023 sampai dengan Mei 2023 pada jam kerja yaitu pukul 08.00-16.00 WIB.

4.3 Pengumpulan Data

Menurut Arikunto (2002) dijelaskan bahwa data penelitian merupakan segala bentuk fakta dan angka yang bisa dijadikan bahan untuk menyusun suatu informasi, sehingga fakta dalam bentuk apapun nantinya dapat dijadikan data untuk penelitian dan sumbernya sendiri berasal dari sumber manapun yang terpercaya. Pengumpulan data dibagi menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder.

4.3.1 Data Primer

Menurut Sugiyono (2010) sumber data primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data. Pada penelitian ini data primer diperoleh dari hasil observasi dilapangan. Data primer adalah data yang diambil secara langsung dari sumbernya, diantaranya sebagai berikut:

1 Harga Satuan

Harga alat dan material yang digunakan didapatkan dari wawancara langsung di lapangan. Wawancara dilakukan dari mandor, pemborong, dan pekerja di lapangan serta dengan melakukan survei harga barang dan harga yang ada di kota/kabupaten tempat pekerjaan berlangsung dalam hal ini ada di Kabupaten Kulon Progo.

2 Tahapan Pekerjaan

Tahapan pekerjaan dicatat dengan pengamatan langsung. Selain pencatatan, pengambilan gambar juga dilakukan pada beberapa pekerjaan. Beberapa tahapan pekerjaan mengalami kendala saat pengambilan gambar disebabkan oleh medan, lokasi yang sempit, dan area rawan kecelakaan kerja.

3 Kebutuhan Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja didapatkan dari wawancara dengan pelaksana pekerjaan (kontraktor).

4 Peralatan

Data mengenai alat didapatkan dari pengamatan langsung di lapangan.

5 Bahan Material

Data mengenai material didapatkan dari laporan nota desain, spesifikasi teknis, dan metode pelaksanaan Pasangan Batu dengan *L-Gutter*.

4.3.2 Data Sekunder

Menurut Sugiyono (2012) pengertian data sekunder adalah sumber data yang diperoleh dengan cara membaca, mempelajari, dan memahami melalui media lain yang bersumber dari literatur, buku-buku, serta dokumen. Data sekunder yang digunakan berupa *detail engineering design (DED)*, *construction drawing*, analisa harga satuan dari Permen PU-PR No.1/PRT/M/2016 (waktu pelaksanaan tahun 2022), RAB, RAP, jadwal pelaksanaan pekerjaan, dan data pendukung perencanaan Pasangan Batu dengan *L-Gutter* yang didapatkan dari situs internet.

4.4 Sistematika Penelitian

Pada penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahapan sebagai berikut:

4.4.1 Studi Literatur

Studi literatur dibutuhkan untuk memperdalam pemahaman tentang topik yang akan diteliti dengan mempelajari beberapa jurnal, materi kuliah, penelitian terdahulu yang meliputi konsep analisis waktu dan biaya dengan metode pelaksanaan pekerjaan yang berbeda.

4.4.2 Menentukan Objek Penelitian

Penentuan objek penelitian dilakukan dengan observasi lapangan serta identifikasi permasalahan yang akan diteliti. Bilamana kondisi di lapangan sesuai dengan topik yang akan diteliti, dilakukan proses perizinan terhadap pihak terkait.

4.4.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data berupa data primer yang diambil secara langsung dari sumbernya atau secara observasi pada Proyek Pembangunan Sarana Pengendali Banjir DAS Serang serta wawancara terhadap pihak terkait.

4.4.4 Analisis Data

Setelah semua data yang dibutuhkan sudah lengkap, dilanjutkan dengan tahap analisis data. Tahapan analisis data dilakukan dua kali yaitu analisis pada pekerjaan *revetment* dengan metode pasangan batu dan dengan metode *L-Gutter*. Adapun tahapan analisis data sebagai berikut:

1 Metode pekerjaan

Metode pekerjaan *revetment* menggunakan pasangan batu dimulai dari pekerjaan persiapan dan survey penentuan as struktur sampai dengan *finishing*. Pengamatan metode pekerjaan antara lain terdiri dari:

- a. Dimulai dari pekerjaan persiapan dan survey pengukuran serta patok sesuai dengan desain.
- b. Pekerjaan pemancangan *mini pile* Δ ukuran 12x12, L= 3 m menggunakan alat pancang drop hammer.
- c. Pekerjaan pemotongan kepala *mini pile* dilakukan dengan *man power* dan alat bobok *hammer* sesuai dengan elevasi *design*.
- d. Pemasangan bekisting pondasi bawah dengan material plat besi atau phenol film 12 mm.
- e. Pengecoran pondasi bawah frame *revetment* menggunakan *truck mixer* dan alat bantu talang cor.
- f. Pemasangan bekisting kolom frame *revetment* dilanjutkan pekerjaan pengecoran beton.
- g. Pemasangan batu muka sebagai badan dari frame beton *revetment*.
- h. Pekerjaan pemasangan bekisting balok frame *revetment*.
- i. Pekerjaan pengecoran balok frame *revetment* menggunakan *truck mixer* dan alat bantu talang cor.
- j. Pekerjaan batu muka secara keseluruhan sebagai isian *frame* beton *revetment* atau sebagai badan dari *revetment* tersebut.

2 Analisis stabilitas

Perhitungan stabilitas (*stability calculation*) terhadap konstruksi dibagi menjadi 3 bagian yaitu stabilitas terhadap guling, geser, dan daya dukung tanah. Analisis stabilitas dilakukan untuk mengecek bangunan tersebut aman atau tidaknya. Perhitungan stabilitas akibat momen guling dengan cara membagi momen tahan dengan momen gulingnya yang mana hasilnya harus lebih besar atau sama dengan 2 sebagai faktor amannya. Sedangkan akibat gaya geser dilakukan dengan membagi total gaya vertikal dibagi dengan total gaya horizontalnya yang mana hasilnya harus lebih besar atau sama dengan 1,5

sebagai faktor keamanannya. Sedangkan untuk mengecek stabilitas terhadap keruntuhan daya dukung tanah dilakukan dengan membagi daya dukung tanah ultimit neto dengan tekanan pondasi neto. Hasil dari stabilitas daya dukung tanah harus lebih atau sama dengan 3 agar dapat dikatakan aman terhadap keruntuhan daya dukung tanah. Analisa stabilitas *mini pile* diperlukan untuk mengetahui daya dukungnya.

4.5 Analisis biaya

Untuk mengetahui perbandingan biaya *revetment* menggunakan metode Pasangan Batu dengan metode L-Gutter, ada beberapa tahapan yang dilakukan. Analisis biaya dilakukan dengan beberapa tahapan, antara lain sebagai berikut:

4.5.1 Analisis volume Pekerjaan

Perhitungan volume dilakukan dengan menggunakan autocad pada gambar detail *revetment*. Hasil perhitungan volume pekerjaan selanjutnya di rekapitulasi dalam bentuk tabel BOQ (*Bill Of Quantity*). Contoh tabel rekapitulasi perhitungan volume pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4. 1 Contoh Rekapitulasi Perhitungan Volume Pekerjaan (BOQ)

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME
I.	PEKERJAAN TANAH		
I.1	Galian tanah biasa dan hasil galian diangkut $L \leq 50$ m	m ³	
I.2	Pembersihan dan Pengupasan Lahan	m ²	
I.3	Urugan kembali	m ³	
II.	PEKERJAAN PERKUATAN TEBING		
II.1	Pasangan Batu 1 pc : 4 psr	m ³	
II.2	Siaran 1 pc : 2 psr	m ²	
II.3	Beton mutu K- 100 untuk Lantai Kerja	m ³	
II.4	Beton Ready Mix K-225	m ³	
II.5	Bekisting dinding beton biasa dengan multiflex 12 mm (4 x pemakaian)	m ²	
II.6	Pembesian	kg	
II.7	Pengadaan tiang pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m	bh	

Lanjutan Tabel 4. 2 Contoh Rekapitulasi Perhitungan Volume Pekerjaan (BOQ)

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME
II.8	Pemancangan tiang pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m	m'	
II.9	Suling - suling Pipa PVC dia 2"	bh	
III.	PEKERJAAN TANGGUL BETON		
III.4	Pengadaan dan pemasangan <i>joint filler</i> tebal 1 cm	m'	

4.5.2 Analisis kebutuhan alat

Untuk menghitung jumlah kebutuhan alat perhari pada pekerjaan *revetment* metode pasangan batu, perlu dihitung produktivitas perjam pada alat, dilanjutkan dengan membagi volume pekerjaan dengan dengan produktivitas perhari maka dapat diketahui jumlah kebutuhan alat. Untuk mengetahui produktivitas alat dan kebutuhan alat digunakan persamaan (16), (17), dan persamaan (18).

4.5.3 Analisis jumlah kebutuhan tenaga kerja

Perhitungan kebutuhan tenaga kerja berdasarkan koefisien yang terdapat di Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) pada Kabupaten Kulon Progo, DIY. Perhitungan dilakukan pada masing – masing item pekerjaan. Untuk mengetahui kebutuhan tenaga kerja digunakan persamaan (19), (20), dan persamaan (21).

4.5.4 Rekapitulasi RAB

Berdasarkan hasil analisis volume pekerjaan dan analisis harga satuan maka langkah selanjutnya adalah dilakukan analisis biaya konstruksi pada setiap pekerjaan dengan mengalikan volume dengan analisis harga satuan. Berikut merupakan contoh Tabel RAB dalam satu segmen (12 m). Berikut Tabel 4. 2 contoh tabel Rencana Anggaran Biaya satu *segment*.

Tabel 4. 3 Contoh Rencana Anggaran Biaya Satu Segment

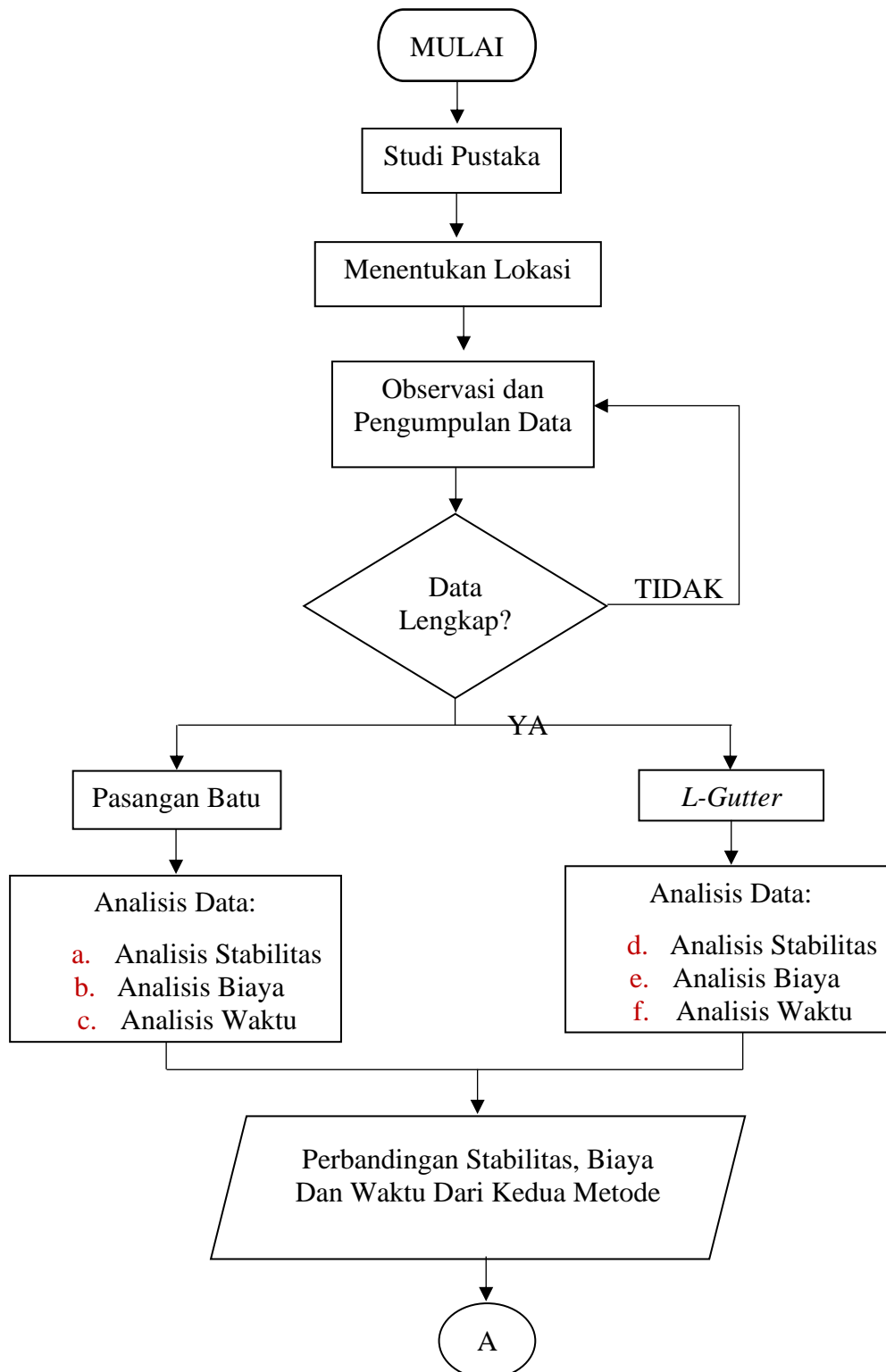
NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN	JUMLAH
I.	PEKERJAAN TANAH				
I.1	Galian tanah biasa dan hasil galian diangkut L ≤ 50 m	m ³			
I.2	Pembersihan dan Pengupasan Lahan	m ²			
I.3	Urugan kembali	m ³			
II.	PEKERJAAN PERKUATAN TEBING				
II.1	Pasangan Batu 1 pc : 4 psr	m ³			
II.2	Siaran 1 pc : 2 psr	m ²			
II.3	Beton mutu K- 100 untuk Lantai Kerja	m ³			
II.4	Beton Ready Mix K- 225	m ³			
II.5	Bekisting dinding beton biasa dengan multiflex 12 mm (4 x pemakaian)	m ²			
II.6	Pembesian	kg			
II.7	Pengadaan tiang pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m	bh			
II.8	Pemancangan tiang pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m	m ²			
II.9	Suling - suling Pipa PVC dia 2"	bh			
III.	PEKERJAAN TANGGUL BETON				
III.1	Pengadaan dan pemasangan <i>joint filler</i> tebal 1 cm	m'			
TOTAL					

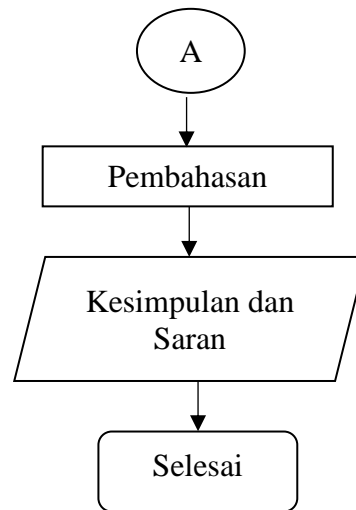
4.6 Analisis waktu

Data-data yang digunakan dalam analisis waktu untuk pekerjaan *revetment* dengan metode pasangan batu ini didapatkan dari produktivitas alat dan tenaga perharinya sedangkan untuk analisis waktu pekerjaan *revetment* dengan metode *L-Gutter* dilakukan dengan pengamatan dilapangan.

4.7 Bagan Alir

Berikut bagan alir penelitian atau *flowchart* penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut.



Lanjutan Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian**Gambar 4. 2 Bagan Alir Penelitian**

BAB V

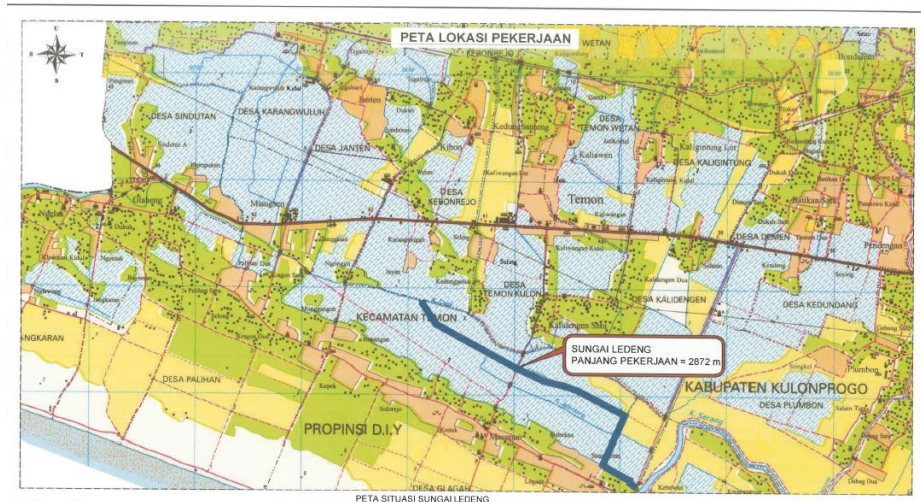
DATA, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN

5.1 Deskripsi Proyek

Banjir yang terjadi pada Sungai Ledeng, selain mengakibatkan gerusan pada tebing sungai dan menimbulkan kerusakan ditempat terjadinya gerusan juga merusak pada daerah-daerah penerima hasil gerusan. Proyek *revetment* Sungai Ledeng merupakan salah satu pekerjaan yang dilaksanakan untuk mengatasi gerusan pada tebing sungai. Berikut deskripsi proyek pada penelitian ini:

Nama Proyek	: Pembangunan Prasarana Pengendali Banjir Kawasan Strategis Yogyakarta Internasional Airport Pada Daerah Aliran Sungai Serang - Sungai Ledeng
Tipe Kontrak	: Kontrak Harga Satuan
Konsultan Proyek	: PT. Yodya Karya (Persero) Wilayah I – PT. Ika Adya Perkasa.KSO
Kontraktor Proyek	: PT. PP (Persero), Tbk
Nilai Kontrak	: Rp.295.005.124.641,00 (Incl'd Ppn)
Waktu Pekerjaan	: 1544 Hari Kalender
Waktu Pemeliharaan	: 360 Hari Kalender
Lokasi Proyek	:Desa Glagah, Kecamatan Temon, Kabupaten Kulonprogo, Provinsi D.I Yogyakarta

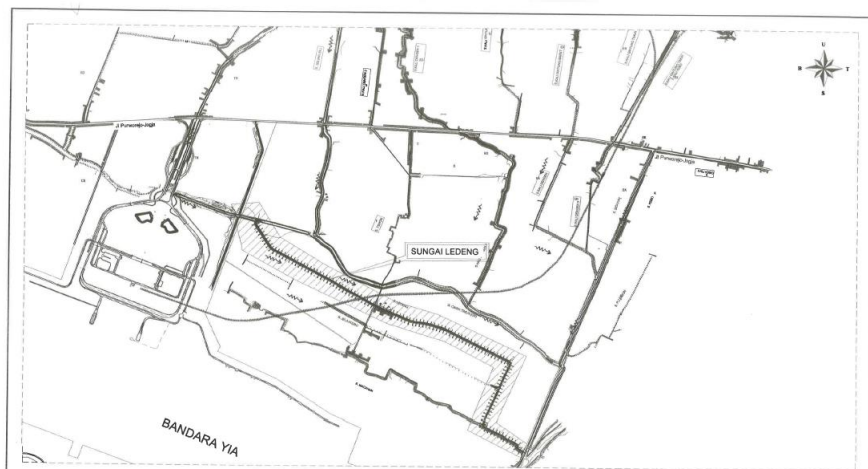
Berikut lokasi proyek Pembangunan Prasarana Pengendali Banjir Kawasan Strategis Yogyakarta Internasional Airport Pada Daerah Aliran Sungai Serang - Sungai Ledeng dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5. 1 Peta Lokasi Pekerjaan

Sumber: BBWS Serayu Opak (2022)

Berikut peta situasi Sungai Ledeng pada Gambar 5.2 dibawah ini:



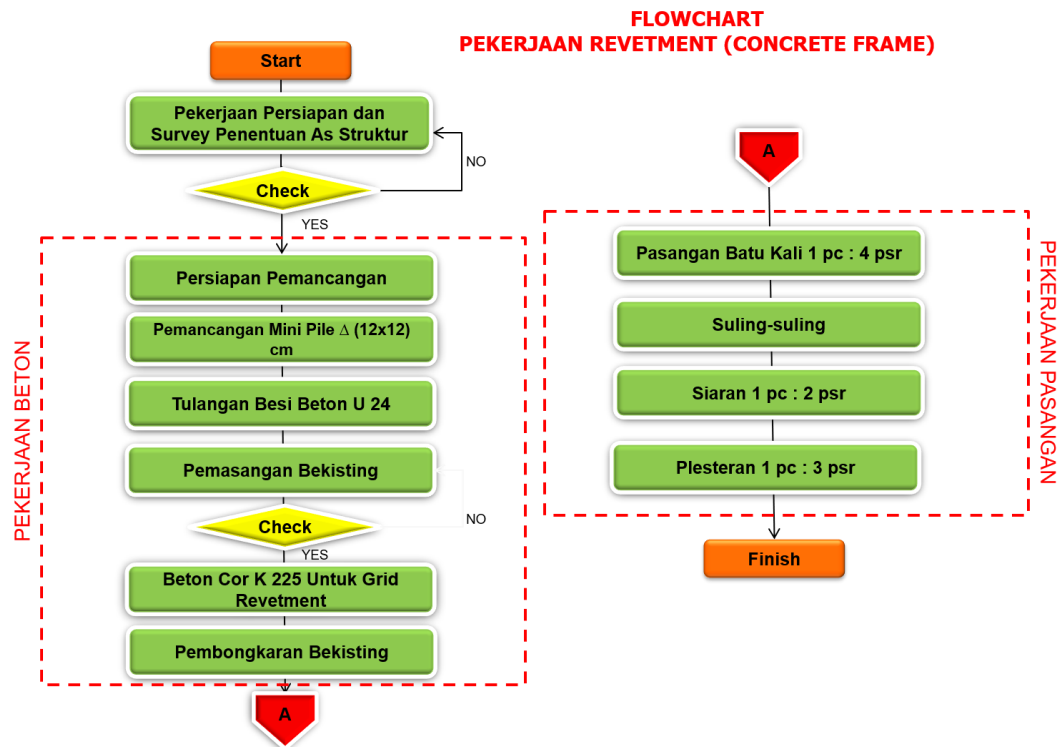
Gambar 5. 2 Peta Situasi Sungai Ledeng

Sumber: BBWS Serayu Opak (2022)

5.2 Analisis Pekerjaan *Revetment* dengan Pasangan Batu

5.2.1 Metode Pekerjaan

Metode pekerjaan *revetment* menggunakan pasangan batu dimulai dari pekerjaan persiapan dan survey penentuan as struktur sampai dengan finishing dapat dilihat pada diagram alir (*flowchart*) pekerjaan pada Gambar 5.3 berikut:



Gambar 5. 3 Flowchart Pekerjaan *Revetment* Pasangan Batu

Sumber: PT. PP (2020)

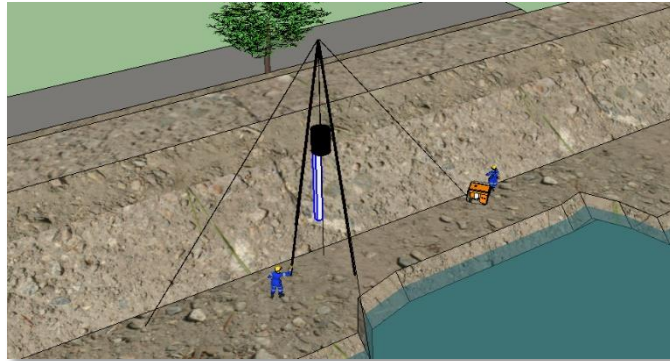
1. Pekerjaan survey pengukuran dan pemasangan patok sesuai dengan desain



Gambar 5. 4 Ilustrasi Pekerjaan Survey Pengukuran dan Pematokan

Sumber: PT. PP (2020)

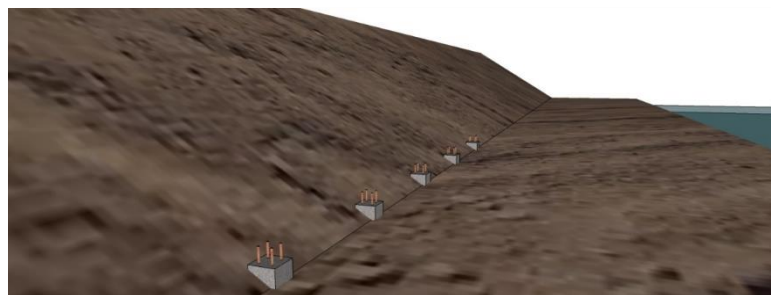
2. Pekerjaan pemancangan mini pile Δ ukuran 12x12, L= 3 m menggunakan alat pancang *drop hammer*.



Gambar 5. 5 Ilustrasi Pekerjaan Pemancangan Mini Pile Δ Ukuran 12x12, L= 3 m

Sumber: PT. PP (2020)

3. Pekerjaan pemotongan kepala mini pile dilakukan dengan *man power* dan alat bobok *hammer* sesuai dengan elevasi *design*.



Gambar 5. 6 Ilustrasi Pekerjaan Pemotongan Kepala Mini Pile Δ Ukuran 12x12

Sumber: PT. PP (2020)

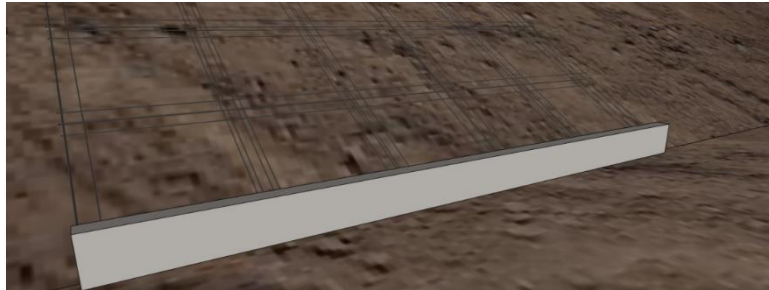
4. Pemasangan bekisting pondasi bawah dengan material plat besi atau phenol film 12 mm.



Gambar 5. 7 Ilustrasi Pekerjaan Bekisting Pondasi Bawah

Sumber: PT. PP (2020)

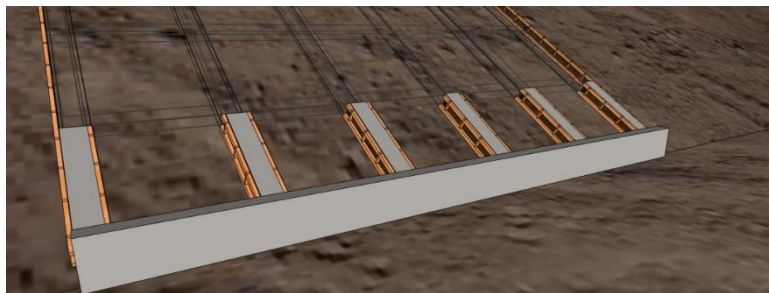
5. Pengecoran pondasi bawah *frame revetment* menggunakan *truck mixer* dan alat bantu talang cor.



Gambar 5. 8 Ilustrasi Pekerjaan Pengecoran Pondasi Bawah

Sumber: PT. PP (2020)

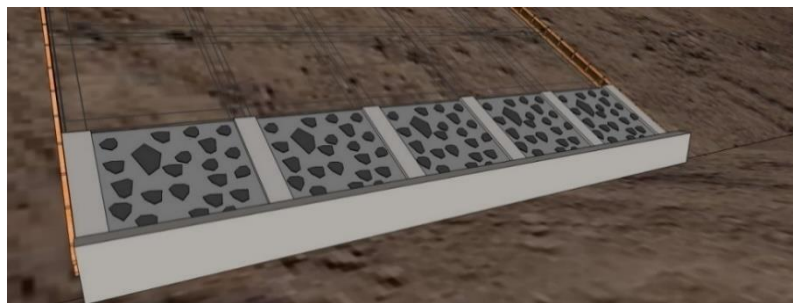
6. Pemasangan bekisting kolom *frame revetment* dilanjutkan pekerjaan pengecoran beton.



Gambar 5. 9 Ilustrasi Pekerjaan Pengecoran Frame Kolom dan Di Lanjut Pemasangan Frame

Sumber: PT. PP (2020)

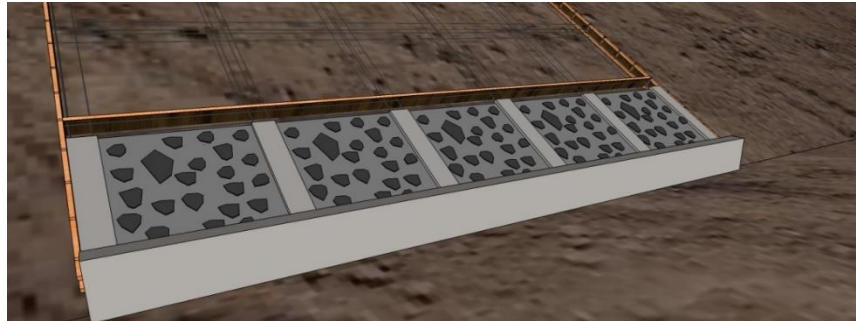
7. Pemasangan batu muka sebagai badan dari frame beton *revetment*.



Gambar 5. 10 Ilustrasi Pekerjaan Pemasangan Batu Muka dan Dilanjutkan Pekerjaan Siar

Sumber: PT. PP (2020)

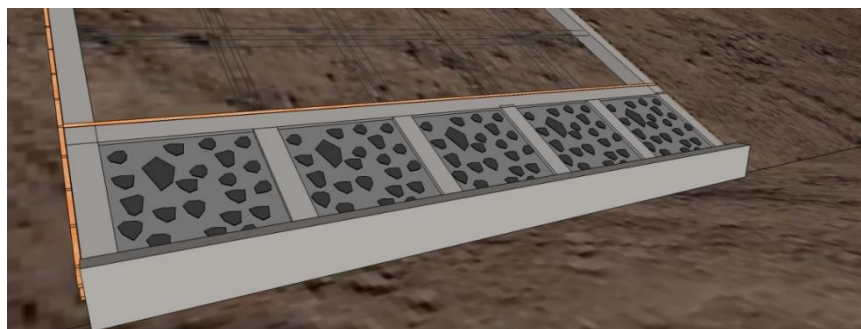
8. Pekerjaan pemasangan bekisting balok *frame revetment*,



Gambar 5. 11 Ilustrasi Pekerjaan Pemasangan Bekisting Balok

Sumber: PT. PP (2020)

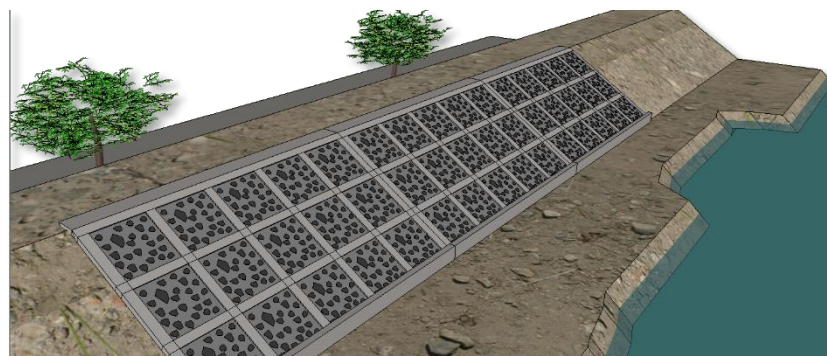
9. Pekerjaan pengecoran balok *frame revetment* menggunakan *truck mixer* dan alat bantu talang cor.



Gambar 5. 12 Ilustrasi Pekerjaan Pengecoran Balok *Frame* Atas

Sumber: PT. PP (2020)

10. Pekerjaan batu muka secara keseluruhan sebagai isian *frame* beton *revetment* atau sebagai badan dari *revetment* tersebut.



Gambar 5. 13 Ilustrasi Pasangan Batu Kondisi 100 %

Sumber: PT. PP (2020)

5.2.2 Analisis Stabilitas

1. Pengumpulan data

Pengumpulan data berupa data penyelidikan tanah, data gambar kerja, data dokumentasi, dan data pendukung lainnya diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak. Data hasil penyelidikan tanah Proyek Pembangunan Prasarana Pengendali Banjir Kawasan Strategis Yogyakarta Internasional Airport pada Daerah Aliran Sungai Ledeng pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5. 1 Data Dimensi dan Penyelidikan Tanah

No	Nama	Dimensi	Satuan
1	Berat jenis beton bertulang	2,4	t/m ³
2	Berat jenis pas. batu	2,1	t/m ³
3	Berat jenis tanah basah (gt)	1,6	t/m ³
4	Berat jenis air	1,0	t/m ³
5	Sudut geser	20,0	°
6	Kohesi	0,1	t/m ²
7	b1	0,3	m
8	b2	0,3	m
9	b3	2	m
10	b4	0,8	m
11	b5	0,8	m
12	b6	0,8	m
13	b7	0,8	m
14	a1	0,3	m
15	a2	0	m
16	a3	3	m
17	a4	0,3	m
18	a5	1	m
19	a6	1	m
20	n1	0,5	
21	n2	0,3	

Lanjutan Tabel 5. 1 Data Dimensi dan Penyelidikan Tanah

No	Nama	Dimensi	Satuan
22	n3	0,5	
23	n4	0,3	
24	h1	4	m
25	h2	3	m
26	q	2	ton/m'

Sumber: BBWS Serayu Opak (2024)

2. Analisis Data

Mencari nilai Ka dan Kp dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} K_a &= \tan^2 (45 - \phi/2) \\ &= \tan^2 (45 - 20/2) \\ &= 0,490 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_p &= 1/K_a \\ &= 1/0,490 \\ &= 2,040 \end{aligned}$$

Perhitungan Gaya sendiri sebagai berikut:

Gaya W1

$$\begin{aligned} \text{Luas} &= (b_1 + b_6) / (2 \times (h_1 - a_5)) \\ &= (0,3 + 0,8) / (2 \times (4 - 1)) \\ &= 1,65 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Berat (ton) = Berat jenis pasangan batu x Luas

$$\begin{aligned} &= 2,1 \times 1,65 \\ &= 3,465 \text{ ton} \end{aligned}$$

Jarak (m) = 5,12 m

$$\begin{aligned} \text{Momen} &= \text{Berat} \times \text{Jarak} \\ &= 3,465 \times 5,12 \\ &= 17,76 \text{ tm} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan cara yang sama, maka didapatkan rekapitulasi Gaya sendiri pada Tabel 5.2 berikut.

Tabel 5. 2 Perhitungan Momen

Gaya	Luas	Berat (ton)	Jarak (m)	Momen (t,m)
W1	1,65	3,465	5,12	17,76
W2	0,8	1,92	4,2	8,064
W3	0,6	1,26	2,8	3,53
W4	1,65	3,465	2,19	7,57
W5	0,8	1,92	0,4	0,77
W6	0,00	0,00	3,10	0,00
W7	0	0	2,65	0,00
W8a	0,75	0,8	0,5	0,375
W8b	0	0,0	0	0
Jumlah		12,78		38,06

Perhitungan momen *Up Lift* sebagai berikut:

Momen U1 = Gaya x Jarak

$$\begin{aligned} \text{Gaya} &= (b1 + b2 + b3 + (n3 \times a3) + b5 - b7) \times \text{berat jenis air} \times h2 \\ &= (0,8 + 2 + 0,3 + (0,5 \times 3) + 0,8 - 0,8) \times 1 \times 3 \\ &= 13,8 \text{ t} \end{aligned}$$

$$\text{Jarak} = 2,3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Momen U1} &= 13,8 \times 2,3 \\ &= 31,74 \text{ t} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan langkah yang sama untuk mencari momen U2 didapatkan rekapitulasi momen *Up Lift* pada Tabel 5.3 sebagai berikut.

Tabel 5. 3 Perhitungan Momen Up Lift

Kode	Gaya (t/m²)	Jarak	Momen
U1	13,8	2,30	31,74
U2	2,3	3,07	7,05
Jumlah	16,1		38,79

Analisis Gaya dan Momen Horizontal

Momen Horizontal = Gaya x Jarak terhadap O

$$\begin{aligned} \text{Gaya} &= h \times q \text{ (t)} \\ &= 4 \times 2 \\ &= 8 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\text{Jarak} = \frac{1}{2} \times h \text{ (m)}$$

$$= \frac{1}{2} \times 4$$

$$= 2 \text{ m}$$

$$\text{Momen H1} = 8 \times 2$$

$$= 16 \text{ tm}$$

Dengan langkah yang sama didapatkan rekapitulasi perhitungan gaya dan momen horizontal sebagai berikut.

Tabel 5. 4 Perhitungan Gaya dan Momen Horizontal

Kode	Gaya (Ton)	Jarak terhadap O (meter)	Momen terhadap O (Ton meter)
H1	8	2	16
H2	6,28	1,33	8,37
H3	0,80	0,23	0,19
H4	1,63	0,33	0,54
Jumlah	11,84		23,64

Analisis daya dukung tanah

$$L = 1 \text{ m}$$

$$B = 0,8 + 0,8$$

$$= 1,6 \text{ m}$$

$$A = 1,6 \text{ m}$$

Daya Dukung Sondir $B > 1,2$

$$D = 4,8 \text{ m (kedalaman dasar pondasi dari permukaan tanah sondir)}$$

$$q_c = 20 \text{ kg / cm}^2 \text{ (nilai } q_c \text{ dasar berdasarkan data Sondir Jembatan CB 20 pada kedalaman 4,8m)}$$

$$q_a = \frac{q_c}{50} \left(\frac{B + 0,30}{B} \right)^2$$

$$q_a = \frac{20}{50} \times \left(\frac{1,6 + 0,3}{1,6} \right)^2$$

$$= 0,564 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 5,641 \text{ t/m}^2$$

Tegangan pada dasar pondasi

Total berat = 12,78 ton

σ base = w base / Luas Dasar Pondasi

= 12,78 / (1 x 1,6)

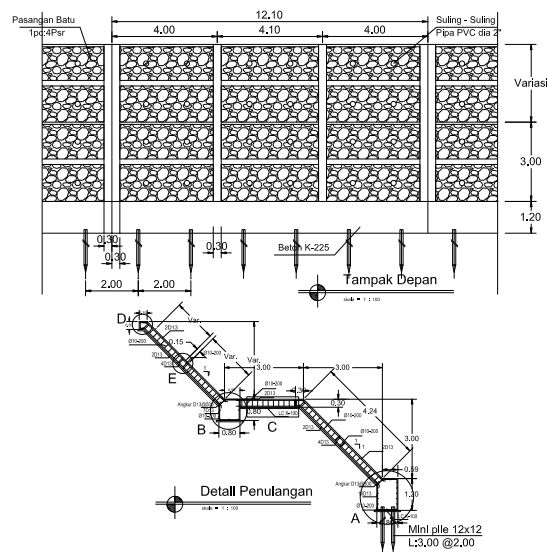
= 7,988 t/m² > qa (5,641 t/m²) → AMAN

5.2.3 Analisis Biaya

A. Volume Pekerjaan

Untuk mengetahui perbandingan biaya *revetment* menggunakan metode pasangan batu dengan metode *L-Gutter*, langkah pertama yang perlu dilakukan adalah membuat tabel volume pekerjaan yang berisi volume dan satuan dari masing-masing uraian pekerjaan pada kedua metode. Volume pekerjaan adalah besaran satuan volume pekerjaan sesuai dengan masing-masing item pekerjaan dimana tujuannya adalah memperoleh besarnya biaya yang diperlukan untuk melaksanakan sebuah pekerjaan.

Dilakukan perhitungan volume pada metode pekerjaan, perhitungan volume dilakukan dengan menggunakan autocad pada gambar detail *revetment* seperti Gambar 5.14.



Gambar 5. 14 Detail Pasangan Batu

(Sumber: PT. PP, 2022)

1. Galian Tanah Biasa dan Hasil Galian Diangkut $L \leq 50$ m
 $= 3,6598 \times 12$
 $= 43,92 \text{ m}^3$
2. Pembersihan dan Penguapasan Lahan
 $= 6,0019 \times 12,1$
 $= 72,62 \text{ m}^2$
3. Urugan Kembali
 $= (0,8675+0,432) \times 12$
 $= 15,59 \text{ m}^3$
4. Pasangan Batu
 $= 7,40 \text{ m}^3$
5. Siaran 1 pc : 2 psr,
 $= ((3,55+3,7+3,55 \times (1,85+1,97))) \text{ m}^2$
6. Beton Mutu K - 100 Untuk Lantai Kerja
 $= 2,34 \text{ m}^3$
7. Beton Readymix K – 225
 $= 14,89587 \text{ m}^3$
8. Bekisting Dinding Beton Biasa dengan Multiflex 12 mm (4x pemakaian)
 $= 63,66 \text{ m}^2$
9. Pembesian
 $= 569,68 \text{ Kg}$
10. Pengadaan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m

$$= 12 \text{ bh}$$

11. Pemancangan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m

$$= 46 \text{ m}$$

12. Suling - Suling Pipa PVC dia 2"

$$= 12 \text{ bh}$$

13. Pengadaan dan Pemasangan *Joint Filer* Tebal 1 cm

$$= 2,2626 \times 2$$

$$= 4,53 \text{ m}^2$$

Pada Tabel 5.5 merupakan rekap tabel perhitungan volume pada *revetment* dengan metode pekerjaan pasangan batu yang berisi uraian pekerjaan, satuan volume, serta volume dari pekerjaan *revetment* pasangan batu dengan judul **BOQ (Bill Of Quantity) Pasangan Batu**:

Tabel 5. 5 BOQ (Bill Of Quantity) Pasangan Batu

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME
I.	PEKERJAAN TANAH		
I.1	Galian tanah biasa dan hasil galian diangkut $L \leq 50$ m	m ³	43,92
I.2	Pembersihan dan Pengupasan Lahan	m ²	72,62
I.3	Urugan kembali	m ³	15,59
II.	PEKERJAAN PERKUATAN TEBING		
II.1	Pasangan Batu 1 pc : 4 psr	m ³	7,40
II.2	Siaran 1 pc : 2 psr	m ²	41,26
II.3	Beton mutu K- 100 untuk Lantai Kerja	m ³	2,34
II.4	Beton Ready Mix K-225	m ³	14,90
II.5	Bekisting dinding beton biasa dengan multiflex 12 mm (4 x pemakaian)	m ²	63,66
II.6	Pembesian	kg	569,68
II.7	Pengadaan tiang pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m	bh	12,00
II.8	Pemancangan tiang pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m	m'	46
II.9	Suling - suling Pipa PVC dia 2"	bh	12,00
III.	PEKERJAAN TANGGUL BETON		
III.4	Pengadaan dan pemasangan <i>joint filler</i> tebal 1 cm	m'	4,53

B. Analisa Kebutuhan Alat

Untuk menghitung jumlah kebutuhan alat perhari pada pekerjaan *revetment* metode pasangan batu, perlu dihitung produktivitas perjam pada alat. Setelah diketahui angka produktivitas perjamnya, kemudian langkah selanjutnya adalah mencari angka produktivitas perhari pada alat, dilanjutkan dengan membagi volume pekerjaan dengan dengan produktivitas perhari maka dapat diketahui jumlah kebutuhan alat.

a. Produktivitas Alat

Rumus :

$$\text{Produktivitas perjam} = \frac{1}{\text{Koefisien perjam}}$$

$$\text{Produktivitas perhari} = \text{Produktivitas perjam} \times 8 \text{ jam}$$

Koefisien perjam untuk menghitung produktivitas alat dapat dilihat pada Lampiran Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP).

1. Galian Tanah Biasa dan Hasil Galian Diangkut $L \leq 50 \text{ m}$

- *Excavator Long Arm, 0,6 m³*

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas perjam} &= \frac{1}{0,0292} \\ &= 34,247 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas perhari} &= 34,247 \times 8 \\ &= 273,973 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- *Buldozer, 21 ton*

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas perjam} &= \frac{1}{0,0071} \\ &= 140,845 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas perhari} &= 140,845 \times 8 \\ &= 1126,761 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Pembersihan dan Penguapasan Lahan

- *Excavator, 0,9 m³*

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas perjam} &= \frac{1}{0,0026} \\ &= 384,615 \text{ m}^2/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\text{Produktivitas perhari} = 384,615 \text{ m}^3$$

- *Buldozer, 21 ton*

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas perjam} &= \frac{1}{0,0014} \\ &= 714,286 \text{ m}^2/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas perhari} &= 714,286 \times 8 \\ &= 5714,286 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- *Dump Truck 5 m³*

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas perjam} &= \frac{1}{0,0072} \\ &= 138,889 \text{ m}^2/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas perhari} &= 138,889 \times 8 \\ &= 1111,111 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- *Chain Saw*

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas perjam} &= \frac{1}{0,0026} \\ &= 384,615 \text{ m}^2/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas perhari} &= 384,615 \times 8 \\ &= 3076,923 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

3. Urugan Kembali

- *Tamper 80 kg*

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas perjam} &= \frac{1}{0,50} \\ &= 2,0 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas perhari} &= 2,0 \times 8 \\ &= 16,0 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

4. Pasangan Batu 1 pc : 4 psr

- *Concrete Mixer, 0,3 m³*

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas perjam} &= \frac{1}{0,8333} \\ &= 1,200 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas perhari} &= 1,200 \times 8 \\ &= 9,600 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

5. Beton Mutu K - 100 Untuk Lantai Kerja

- *Concrete Vibrator, d2"*

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas perjam} &= \frac{1}{0,10} \\ &= 10,0 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Produktivitas perhari} &= 10,0 \times 8 \\ &= 80,0 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

6. Beton Readymix K - 225

- *Concrete pump 30 m³/jam*

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas perjam} &= \frac{1}{0,10} \\ &= 10,0 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Produktivitas perhari} &= 10,0 \times 8 \\ &= 80,0 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

7. Pembesian

- *Bar Bender*

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas perjam} &= \frac{1}{0,0142} \\ &= 70,423 \text{ kg/jam} \\ \text{Produktivitas perhari} &= 70,423 \times 8 \\ &= 563,380 \text{ kg} \end{aligned}$$

- *Bar Cutter*

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas perjam} &= \frac{1}{0,0142} \\ &= 70,423 \text{ kg/jam} \\ \text{Produktivitas perhari} &= 70,423 \times 8 \\ &= 563,380 \text{ kg} \end{aligned}$$

8. Pengadaan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m

- *Tripod*

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas perjam} &= \frac{1}{0,2287} \\ &= 4,373 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Produktivitas perhari} &= 4,373 \times 8 \\ &= 34,984 \text{ m}^3\end{aligned}$$

- *Drop Hammer (manual)*

$$\begin{aligned}\text{Produktivitas perjam} &= \frac{1}{0,2287} \\ &= 4,373 \text{ bh/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Produktivitas perhari} &= 4,373 \times 8 \\ &= 34,984 \text{ bh}\end{aligned}$$

C. Kebutuhan Alat

$$\text{Kebutuhan Alat} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas perhari}}$$

1. Galian Tanah Biasa dan Hasil Galian Diangkut $L \leq 50 \text{ m}$

- *Excavator Long Arm, 0,6 m³*

$$\frac{43,92}{273,973} = 0,16 \quad \rightarrow (1 \text{ alat})$$

- *Buldozer, 21 ton*

$$\frac{43,92}{1126,761} = 0,04 \quad \rightarrow (1 \text{ alat})$$

2. Pembersihan dan Penguapasan Lahan

- *Excavator, 0,9 m³*

$$\frac{72,62}{3076,923} = 0,02 \quad \rightarrow (1 \text{ alat})$$

- *Buldozer, 21 ton*

$$\frac{72,62}{5714,286} = 0,01 \quad \rightarrow (1 \text{ alat})$$

- *Dump Truck 5 m³*

$$\frac{72,62}{1111,111} = 0,07 \quad \rightarrow (1 \text{ alat})$$

- *Chain Saw*

$$\frac{72,62}{3076,923} = 0,02 \quad \rightarrow (1 \text{ alat})$$

3. Urugan Kembali

- *Tamper 80 kg*

$$\frac{15,59}{16,000} = 0,97 \quad \rightarrow (1 \text{ alat})$$

4. Pasangan Batu 1 pc : 4 psr

- *Concrete Mixer, 0,3 m³*

$$\frac{7,40}{9,60} = 0,77 \quad \rightarrow (1 \text{ alat})$$

5. Beton Mutu K - 100 Untuk Lantai Kerja

- *Concrete Vibrator, d2"*

$$\frac{2,34}{80,0} = 0,03 \quad \rightarrow (1 \text{ alat})$$

6. Beton Readymix K - 225

- *Concrete pump 30 m³/Jam*

$$\frac{14,90}{80,0} = 0,19 \quad \rightarrow (1 \text{ alat})$$

- *Concrete Vibrator, d2"*

$$\frac{14,90}{80,0} = 0,19 \quad \rightarrow (1 \text{ alat})$$

7. Bekisting Dinding Beton Biasa dengan Multiflex 12 mm (4x pemakaian)

- *Dump Truck 5 m³*

$$\frac{63,66}{115,274} = 70,423 \quad \rightarrow (1 \text{ alat})$$

8. Pembesian

- *Bar Bender*

$$\frac{569,68}{563,380} = 1,01 \quad \rightarrow (2 \text{ alat})$$

- *Bar Cutter*

$$\frac{569,68}{563,380} = 1,01 \quad \rightarrow (2 \text{ alat})$$

9. Pengadaan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m

- *Excavator, 0,9 m³*

$$\frac{12,00}{683,761} = 0,02 \quad \rightarrow (1 \text{ alat})$$

10. Pemancangan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m

- *Tripod*

$$\frac{12,00}{34,980} = 0,34 \quad \rightarrow (1 \text{ alat})$$

- *Drop Hammer (manual)*

$$\frac{12,00}{34,980} = 0,34 \quad \rightarrow (1 \text{ alat})$$

Berdasarkan perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa pada pekerjaan pasangan batu membutuhkan:

- a. 2 (dua) jenis alat untuk Pekerjaan Galian Tanah
- b. 4 (empat) jenis alat untuk Pekerjaan Pembersihan dan pengupasan lahan
- c. 1 (satu) jenis alat untuk Pekerjaan Urugan kembali
- d. 1 (satu) jenis alat untuk Pekerjaan Pasangan batu
- e. 1 (satu) jenis alat untuk Pekerjaan Beton ready Mix K-100
- f. 2 (dua) jenis alat untuk Pekerjaan Beton ready Mix K-225
- g. 1 (satu) jenis alat untuk Pekerjaan Bekisting
- h. 4 (empat) jenis alat untuk Pekerjaan Pembesian
- i. 1 (satu) jenis alat untuk Pekerjaan Pengadaan tiang pancang
- j. 2 (satu) jenis alat untuk Pekerjaan Pemancangan

Secara Total kebutuhan peralatan pada Pekerjaan Pasangan Batu membutuhkan 19 jenis alat. Jenis alat harus sesuai dengan jenis alat yang sudah diperhitungkan agar pekerjaan lebih efektif dan efisien. Rekapitulasi perhitungan kebutuhan alat dilampirkan pada Tabel 5.6.

Tabel 5. 6 Rekapitulasi Kebutuhan Alat Metode Pasangan Batu

NO	PEKERJAAN	Volume	Satuan	Alat	Koefisien	Produktivitas/ jam	Produktifitas 1 hari	Alat
I	PEKERJAAN TANAH							
1	Galian Tanah Biasa dan Hasil Galian Diangkut L ≤ 50 m	43,92	m3	<i>Excavator Long Arm, 0,6 m³</i>	0,0292	34,247	273,973	1
				<i>Buldozer, 21 ton</i>	0,0071	140,845	1126,761	1
2	Pembersihan dan Penguapasan Lahan	72,62	m2	<i>Excavator, 0,9 m³</i>	0,0026	384,615	3076,923	1
				<i>Buldozer, 21 ton</i>	0,0014	714,286	5714,286	1
				<i>Dump Truck 5 m³</i>	0,0072	138,889	1111,111	1
				<i>Chain Saw</i>	0,0026	384,615	3076,923	1
3	Urugan Kembali	15,59	m3	<i>Tamper 80 kg</i>	0,5000	2,000	16,000	1
II	PEKERJAAN PERKUATAN TEBING							
1	Pasangan Batu 1 pc : 4 psr	7,40	m3	<i>Concrete Mixer, 0,3 m³</i>	0,8333	1,200	9,600	1
2	Siaran 1 pc : 2 psr	41,26	m2	-	-	-	-	-
3	Beton Mutu K - 100 Untuk Lantai Kerja	2,34	m3	<i>Concrete Vibrator, d2"</i>	0,10	10,0	80,0	1
4	Beton Readymix K - 225	14,90	m3	<i>Concrete pump 30 m³/jam</i>	0,10	10,0	80,0	1
				<i>Concrete Vibrator, d2"</i>	0,10	10,0	80,0	1

Lanjutan Tabel 5.6 Rekapitulasi Kebutuhan Alat Metode Pasangan Batu

NO	PEKERJAAN	Volume	Satuan	Alat	Koefisien	Produktivitas/ jam	Produktifitas 1 hari	Alat
5	Bekisting Multiflex 12mm	63,66	m ²	Dump Truck	0,0694	14,409	115,274	1
6	Pembesian	569,68	kg	Bar Bender	0,0142	70,423	563,380	2
				<i>Bar Cutter</i>	0,0142	70,423	563,380	2
7	Pengadaan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m	12,00	bh	<i>Excavator, 0,9 m³</i>	0,0117	85,470	683,761	1
8	Pemancangan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m	12,00	m	<i>Tripod</i>	0,2287	4,373	34,980	1
				<i>Drop Hammer (manual)</i>	0,2287	4,373	34,980	1
9	Suling - Suling Pipa PVC dia 2"	12,00	bh	-		-	-	-
III	PEKERJAAN TANGGUL BETON					-	-	-
1	Pengadaan dan Pemasangan <i>Joint Filer</i> Tebal 1 cm	12,00	m ²	-		-	-	-

Tabel 5.7 Rekapitulasi Kebutuhan Tenaga Pekerjaan Pasangan Batu

NO,	PEKERJAAN	PEKERJA	PEKERJA/ HARI	KOEFISIEN	VOLUME	SATUAN	WAKTU PERHARI	VOLUME PERHARI	PRODUKTIVITAS/HARI	SATUAN
I	PEKERJAAN TANAH									
1	Galian Tanah Biasa dan Hasil Galian Diangkut L ≤ 50 m	Mandor	1	0,0036	43,92	m3	4	10,98	0,040	hari
		Pekerja	4	0,0109					0,120	hari
2	Pembersihan dan Penguapasan Lahan	Mandor	1	0,0003	72,62	m2	2	36,31	0,011	hari
		Pekerja	11	0,0032					0,116	hari
3	Urugan Kembali	Mandor	1	0,0625	15,59	m3	1	15,594	0,975	hari
		Pekerja	3	0,1875					2,924	hari
II	PEKERJAAN PERKUATAN TEBING									
1	Pasangan Batu 1 pc : 4 psr	Mandor	1	0,1041	7,40	m3	5	1,48	0,154	hari
		Tukang Batu	3	0,2083					0,308	hari
		Pekerja	7	0,6250					0,924	hari
2	Siaran 1 pc : 2 psr	Mandor	1	0,0227	41,26	m2	2	20,63	0,468	hari
		Tukang Batu	2	0,0454					0,937	hari
		Pekerja	5	0,0909					1,875	hari
3	Beton Mutu K - 100 Untuk Lantai Kerja	Mandor	1	0,0500	2,34	m3	1	2,34	0,117	hari
		Tukang Beton	2	0,1000					0,234	hari
		Pekerja	6	0,3000					0,703	hari

Lanjutan Tabel 5.7 Rekapitulasi Kebutuhan Tenaga Pekerjaan Pasangan Batu

NO,	PEKERJAAN	PEKERJA	PEKERJA/ HARI	KOEFISIEN	VOLUME	SATUAN	WAKTU PERHARI	VOLUME PERHARI	PRODUKTIVITAS/HARI	SATUAN
4	Beton Readymix K - 225	Mandor	1	0,0666	14,90	m3	2	7,45	0,496	hari
		Tukang Beton	5	0,2666					1,986	hari
		Pekerja	13	0,8000					5,958	hari
5	Bekisting Dinding Beton Biasa dengan Multiflex 12 mm (4x pemakaian)	Mandor	1	0,0666	63,66	m2	3	21,22	1,413	hari
		Tukang Kayu	3	0,1333					2,828	hari
		Pekerja	7	0,4000					8,487	hari
6	Pembesian	Mandor	1	0,0017	569,68	kg	3	189,89	0,323	hari
		Tukang Besi	3	0,0035					0,665	hari
		Pekerja	5	0,0071					1,348	hari
7	Pengadaan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m	Mandor	1	0,0014	12,00	bh	2	6,00	0,008	hari
		Pekerja	4	0,0043					0,026	hari
8	Pemancangan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m	Mandor	1	0,0285	12,00	m	1	12,00	0,171	hari
		Pekerja	1	0,0857					1,028	hari
9	Suling - Suling Pipa PVC dia 2"	Mandor	1	0,0125	12,00	bh	1	12,00	0,150	hari
		Pekerja	1	0,0375					0,450	hari

Lanjutan Tabel 5.7 Rekapitulasi Kebutuhan Tenaga Pekerjaan Pasangan Batu

NO,	PEKERJAAN	PEKERJA	PEKERJA/ HARI	KOEFISIEN	VOLUME	SATUAN	WAKTU PERHARI	VOLUME PERHARI	PRODUKTIVITAS/HARI	SATUAN
III	PEKERJAAN TANGGUL BETON									
1	Pengadaan dan Pemasangan <i>Joint Filer</i> Tebal 1 cm	Mandor	1	0,0100	12,00	m2	2	6,00	0,060	hari
		Pekerja	4	0,0400					0,240	hari

D. Jumlah Kebutuhan Tenaga Metode Pasangan Batu

Perhitungan kebutuhan tenaga kerja berdasarkan koefisien yang terdapat di Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) pada Kabupaten Kulon Progo, DIY. Perhitungan dilakukan pada masing – masing item pekerjaan.

a. Volume perhari

$$\text{Volume perhari} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Lama waktu pengerjaan}}$$

1. Galian Tanah Biasa dan Hasil Galian Diangkut $L \leq 50$ m

$$\blacksquare \frac{43,92}{4} = 10,98 \text{ m}^3/\text{H}$$

2. Pembersihan dan Penguapasan Lahan

$$\blacksquare \frac{72,62}{2} = 36,31 \text{ m}^3/\text{H}$$

3. Urugan Kembali

$$\blacksquare \frac{15,59}{1} = 15,594 \text{ m}^3/\text{H}$$

4. Pasangan Batu 1 pc : 4 psr

$$\blacksquare \frac{7,40}{5} = 1,48 \text{ m}^3/\text{H}$$

5. Siaran 1 pc : 2 psr

$$\blacksquare \frac{41,26}{2} = 20,63 \text{ m}^2/\text{H}$$

6. Beton Mutu K - 100 Untuk Lantai Kerja

$$\blacksquare \frac{2,34}{1} = 2,34 \text{ m}^3/\text{H}$$

7. Beton Readymix K - 225

$$\blacksquare \frac{14,90}{2} = 7,45 \text{ m}^3/\text{H}$$

8. Bekisting Dinding Beton Biasa dengan Multiflex 12 mm (4x pemakaian)

$$\blacksquare \frac{63,66}{3} = 21,22 \text{ m}^2/\text{H}$$

9. Pembesian

$$\blacksquare \frac{569,68}{3} = 189,89 \text{ kg}/\text{H}$$

10. Pemancangan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m

$$\blacksquare \frac{12}{1} = 12 \text{ bh}/\text{H}$$

11. Suling-Suling pipa PVC dia 2”

- $\frac{12}{1} = 12 bh/H$

12. Pengadaan dan Pemasangan Joint Filer Tebal 1 cm

- $\frac{12}{2} = 6 bh/H$

b. Produktivitas pehari

Produktivitas perhari = Koefisien pekerja x Volume perhari

1. Galian Tanah Biasa dan Hasil Galian Diangkut $L \leq 50$ m

- Mandor

$$0,00360 \times 10,98 = 0,040 \text{ orang}$$

- Pekerja

$$0,01090 \times 10,98 = 0,120 \text{ orang}$$

2. Pembersihan dan Penguapasan Lahan

- Mandor

$$0,00030 \times 15,594 = 0,011 \text{ orang}$$

- Pekerja

$$0,00320 \times 36,31 = 0,116 \text{ orang}$$

3. Urugan kembali

- Mandor

$$0,0625 \times 15,594 = 0,975 \text{ orang}$$

- Pekerja

$$0,1875 \times 15,594 = 2,924 \text{ orang}$$

4. Pasangan Batu 1 pc : 4 psr

- Mandor

$$0,1041 \times 1,48 = 0,154 \text{ orang}$$

- Tukang Batu

$$0,2083 \times 1,48 = 0,308 \text{ orang}$$

- Pekerja

$$0,6250 \times 1,48 = 0,924 \text{ orang}$$

5. Siaran 1 pc : 2 psr
 - Mandor
 $0,0227 \times 20,63 = 0,468$ orang
 - Tukang Batu
 $0,0454 \times 20,63 = 0,937$ orang
 - Pekerja
 $0,0909 \times 20,63 = 1,875$ orang
6. Beton Mutu K - 100 Untuk Lantai Kerja
 - Mandor
 $0,0500 \times 2,34 = 0,011$ orang
 - Tukang Beton
 $0,1000 \times 2,34 = 0,116$ orang
 - Pekerja
 $0,3000 \times 2,34 = 0,116$ orang
7. Readymix K - 225
 - Mandor
 $0,0666 \times 7,45 = 0,496$ orang
 - Tukang Beton
 $0,2666 \times 7,45 = 1,986$ orang
 - Pekerja
 $0,8000 \times 7,45 = 5,958$ orang
8. Bekisting Dinding Beton Biasa dengan Multiflex 12 mm (4x pemakaian)
 - Mandor
 $0,0666 \times 21,22 = 1,413$ orang
 - Tukang Kayu
 $0,1333 \times 21,22 = 2,828$ orang
 - Pekerja
 $0,4000 \times 21,22 = 8,487$ orang
9. Pembesian
 - Mandor

$$0,0017 \times 189,89 = 0,323 \text{ orang}$$

- Tukang Besi

$$0,0035 \times 189,89 = 0,665 \text{ orang}$$

- Pekerja

$$0,0071 \times 189,89 = 1,348 \text{ orang}$$

10. Pengadaan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m

- Mandor

$$0,0014 \times 6,00 = 0,008 \text{ orang}$$

- Pekerja

$$0,0043 \times 6,00 = 0,026 \text{ orang}$$

11. Pemancangan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m

- Mandor

$$0,0285 \times 12,00 = 0,171 \text{ orang}$$

- Pekerja

$$0,0857 \times 12,00 = 1,028 \text{ orang}$$

12. Suling - Suling Pipa PVC dia 2"

- Mandor

$$0,0125 \times 12,00 = 0,150 \text{ orang}$$

- Pekerja

$$0,0375 \times 12,00 = 0,450 \text{ orang}$$

13. Pengadaan dan Pemasangan Joint Filer Tebal 1 cm

- Mandor

$$0,0100 \times 6,00 = 0,060 \text{ orang}$$

- Pekerja

$$0,0400 \times 6,00 = 0,240 \text{ orang}$$

Rekapitulasi hasil perhitungan tenaga kerja pada metode pemasangan batu dapat di lihat pada Table 5.8.

Tabel 5. 8 Rekapitulasi Kebutuhan Tenaga Pekerjaan Pasangan Batu

NO,	PEKERJAAN	PEKERJA	PEKERJA/ HARI	KOEFISIEN	VOLUME	SATUAN	WAKTU PERHARI	VOLUME PERHARI	PRODUKTIVITAS/HARI	SATUAN
I	PEKERJAAN TANAH									
1	Galian Tanah Biasa dan Hasil Galian Diangkut L ≤ 50 m	Mandor	1	0,0036	43,92	m3	4	10,98	0,040	hari
		Pekerja	4	0,0109					0,120	hari
2	Pembersihan dan Penguapasan Lahan	Mandor	1	0,0003	72,62	m2	2	36,31	0,011	hari
		Pekerja	11	0,0032					0,116	hari
3	Urugan Kembali	Mandor	1	0,0625	15,59	m3	1	15,594	0,975	hari
		Pekerja	3	0,1875					2,924	hari
II	PEKERJAAN PERKUATAN TEBING									
1	Pasangan Batu 1 pc : 4 psr	Mandor	1	0,1041	7,40	m3	5	1,48	0,154	hari
		Tukang Batu	3	0,2083					0,308	hari
		Pekerja	7	0,6250					0,924	hari
2	Siaran 1 pc : 2 psr	Mandor	1	0,0227	41,26	m2	2	20,63	0,468	hari
		Tukang Batu	2	0,0454					0,937	hari
		Pekerja	5	0,0909					1,875	hari
3	Beton Mutu K - 100 Untuk Lantai Kerja	Mandor	1	0,0500	2,34	m3	1	2,34	0,117	hari
		Tukang Beton	2	0,1000					0,234	hari
		Pekerja	6	0,3000					0,703	hari

Lanjutan Tabel 5.8 Rekapitulasi Kebutuhan Tenaga Pekerjaan Pasangan Batu

NO,	PEKERJAAN	PEKERJA	PEKERJA/ HARI	KOEFISIEN	VOLUME	SATUAN	WAKTU PERHARI	VOLUME PERHARI	PRODUKTIVITAS/HARI	SATUAN
4	Beton Readymix K - 225	Mandor	1	0,0666	14,90	m3	2	7,45	0,496	hari
		Tukang Beton	5	0,2666					1,986	hari
		Pekerja	13	0,8000					5,958	hari
5	Bekisting Dinding Beton Biasa dengan Multiflex 12 mm (4x pemakaian)	Mandor	1	0,0666	63,66	m2	3	21,22	1,413	hari
		Tukang Kayu	3	0,1333					2,828	hari
		Pekerja	7	0,4000					8,487	hari
6	Pembesian	Mandor	1	0,0017	569,68	kg	3	189,89	0,323	hari
		Tukang Besi	3	0,0035					0,665	hari
		Pekerja	5	0,0071					1,348	hari
7	Pengadaan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m	Mandor	1	0,0014	12,00	bh	2	6,00	0,008	hari
		Pekerja	4	0,0043					0,026	hari
8	Pemancangan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m	Mandor	1	0,0285	12,00	m	1	12,00	0,171	hari
		Pekerja	1	0,0857					1,028	hari
9	Suling - Suling Pipa PVC dia 2"	Mandor	1	0,0125	12,00	bh	1	12,00	0,150	hari
		Pekerja	1	0,0375					0,450	hari

Lanjutan Tabel 5.8 Rekapitulasi Kebutuhan Tenaga Pekerjaan Pasangan Batu

NO,	PEKERJAAN	PEKERJA	PEKERJA/ HARI	KOEFISIEN	VOLUME	SATUAN	WAKTU PERHARI	VOLUME PERHARI	PRODUKTIVITAS/HARI	SATUAN
III	PEKERJAAN TANGGUL BETON									
1	Pengadaan dan Pemasangan Joint Filer Tebal 1 cm	Mandor	1	0,0100	12,00	m2	2	6,00	0,060	hari
		Pekerja	4	0,0400					0,240	hari

5.2.4 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) Pasangan Batu Dalam Satu Segmen

Berdasarkan hasil analisis volume pekerjaan dan analisis harga satuan maka langkah selanjutnya adalah dilakukan analisis biaya konstruksi pada setiap pekerjaan dengan mengalikan volume dengan analisis harga satuan. Perhitungan dan penyusunan RAB dilakukan dalam satu segment, dimana panjang satu *segment* adalah 12 meter. Berikut merupakan Tabel 5.9 RAB pasangan batu dalam satu segmen (12 m).

Tabel 5. 9 RAB Pekerjaan Pasangan Batu

NO	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOL	HARGA SATUAN	JUMLAH
I.	PEKERJAAN TANAH				
I.1	Galian tanah biasa dan hasil galian diangkut $L \leq 50$ m	m ³	43,92	Rp,30,936,00	Rp,1,358,634,87
I.2	Pembersihan dan Pengupasan Lahan	m ²	72,62	Rp,5,465,00	Rp,396,884,64
I.3	Urugan kembali	m ³	15,59	Rp,62,070,00	Rp,967,919,58
II.	PEKERJAAN PERKUATAN TEBING				
II.1	Pasangan Batu 1 pc : 4 psr	m ³	7,40	Rp,977,212,00	Rp,7,227,362,23
II.2	Siaran 1 pc : 2 psr	m ²	41,26	Rp,41,516,00	Rp,1,712,784,10
II.3	Beton mutu K-100 untuk Lantai Kerja	m ³	2,34	Rp,925,798,00	Rp,2,169,542,81
II.4	Beton Ready Mix K-225	m ³	14,90	Rp,1,252,619,00	Rp,18,658,849,78
II.5	Bekisting dinding beton biasa dengan multiflex 12 mm (4 x pemakaian)	m ²	63,66	Rp,190,618,00	Rp,12,133,979,41
II.6	Pembesian	kg	569,68	Rp,16,081,00	Rp,9,160,971,59
II.7	Pengadaan tiang pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m	bh	12,00	Rp,361,757,00	Rp,4,341,084,00

Lanjutan Tabel 5.9 RAB Pekerjaan Pasangan Batu

NO	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOL	HARGA SATUAN	JUMLAH
II.8	Pemancangan tiang pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m	m ²	46,00	Rp 64,995,00	Rp 779,940,00
II.9	Suling - suling Pipa PVC dia 2"	bh	12,00	Rp 44,489,00	Rp 533,868,00
III.	PEKERJAAN TANGGUL BETON				
III.1	Pengadaan dan pemasangan <i>joint filler</i> tebal 1 cm	m'	4,53	Rp 76,295,00	Rp 345,250,13
TOTAL					Rp59,787,071,15

Pada tabel 5.10 merupakan hasil rekapitulasi RAB dari *revetment* dengan metode pasangan batu. Pada metode tersebut terdapat tiga item pekerjaan yaitu pekerjaan tanah, pekerjaan perkuatan tebing, dan pekerjaan tanggul beton dengan pekerjaan dengan nilai rupiah tertinggi terdapat pada pekerjaan perkuatan tebing. Dengan nilai pekerjaan tanah sebesar Rp.2,723,439,09,- nilai pekerjaan perkuatan tebing sebesar Rp.56,718,381,92,- dan pekerjaan tanggul beton sebesar Rp.345,250,13,-

Tabel 5. 10 Rekap RAB Pekerjaan Pasangan Batu

No	Pekerjaan	Rupiah
1	Pekerjaan Tanah	Rp 2,723,439,09
2	Pekerjaan perkuatan tebing	Rp 56,718,381,92
3	Pekerjaan tanggul beton	Rp 345,250,13
Total		Rp 59,787,071,15

5.2.5 Analisis Waktu

Data-data yang digunakan dalam pembahasan analisis waktu untuk pekerjaan *revetment* dengan metode pasangan batu ini didapatkan dari

produktivitas alat dan tenaga perharinya. Material yang digunakan seperti batu, pasir, semen tidak diperhitungkan waktunya dari pemesanan atau *pre-order* tetapi material tersebut sudah *onsite*. Untuk mempermudah melihat total durasi pekerjaan maka dibuat *gant chart* seperti tabel 5.11 dibawah ini:

Tabel 5. 11 Action Plan Pekerjaan Revetment Pasangan Batu

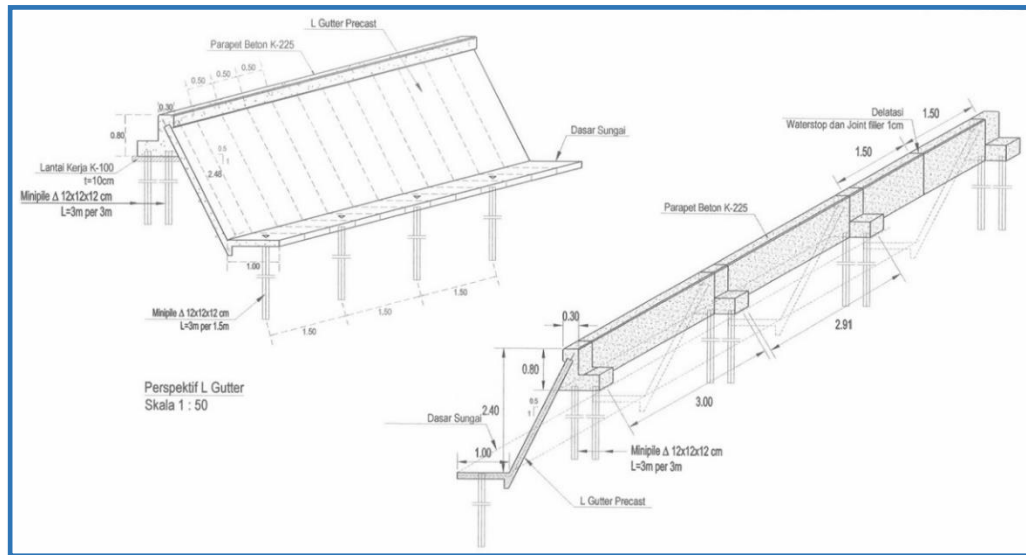
No.	ITEM PEKERJAAN	DURASI (HARI)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A.	Pek. Persiapan												
1	Pembersihan lahan dan Pengupasan Lahan	■											
2	Galian Tanah	■											
B.	Pekerjaan Pondasi (Trap 1)												
1	Pemancangan (pake minipile 12x12)		■										
2	Pengecoran LC (K-100)			■									
3	Pembesian + Pemasangan Bekisting				■								
4	Pengecoran K-225					■							
5	Pekerjaan Timbunan						■						
C.	Pekerjaan Frame Beton (Trap 1)												
1	Galian Manual						■						
2	Pembesian + Bekisting						■	■					
3	Pengecoran K-225 (utk frame beton)								■				
4	Pasangan Batu									■	■	■	
5	Pekerjaan Siar + <i>Finishing</i>												■

Dari tabel 5.11 diatas dapat dilihat bahwa total waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan pekerjaan *revetment* dengan metode pasangan batu ini membutuhkan 12 hari. Hasil analisis waktu ini didapatkan dari pengamatan di lapangan dengan kondisi cuaca yang mendukung, jalan akses yang tersedia dan tidak ada kendala, serta material dan tenaga kerja sudah tersedia.

5.3 Analisis Pekerjaan *Revetment* Dengan Pasangan *L-Gutter*

Pekerjaan *revetment* Sungai Ledeng merupakan pekerjaan proteksi tebing sungai yang berfungsi untuk mengatasi gerusan tanah akibat aliran air disepanjang tebing sungai. Analisis pekerjaan *revetment* dengan pasangan *L-Gutter* diawali dengan mengumpulkan data yang diperlukan. Data – data yang dikumpulkan

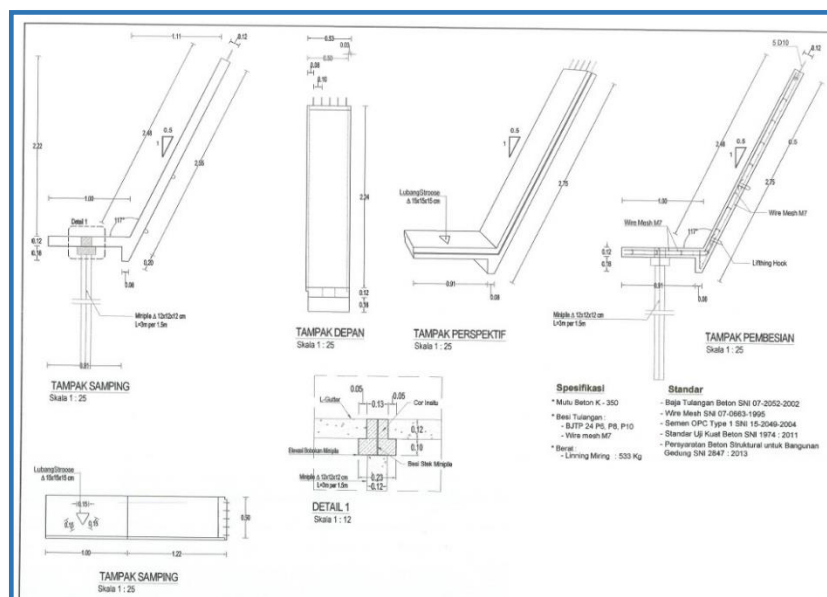
tersebut antara lain data *detail engineering drawing* (DED), data penyelidikan tanah, dan data analisa harga satuan. Data observasi lapangan yang dikumpulkan adalah pengamatan metode pelaksanaan pekerjaan *revetment*. Berikut Gambar 5.15 detail *revetment precast L-Gutter*.



Gambar 5.15 Detail Revetment Precast L-Gutter

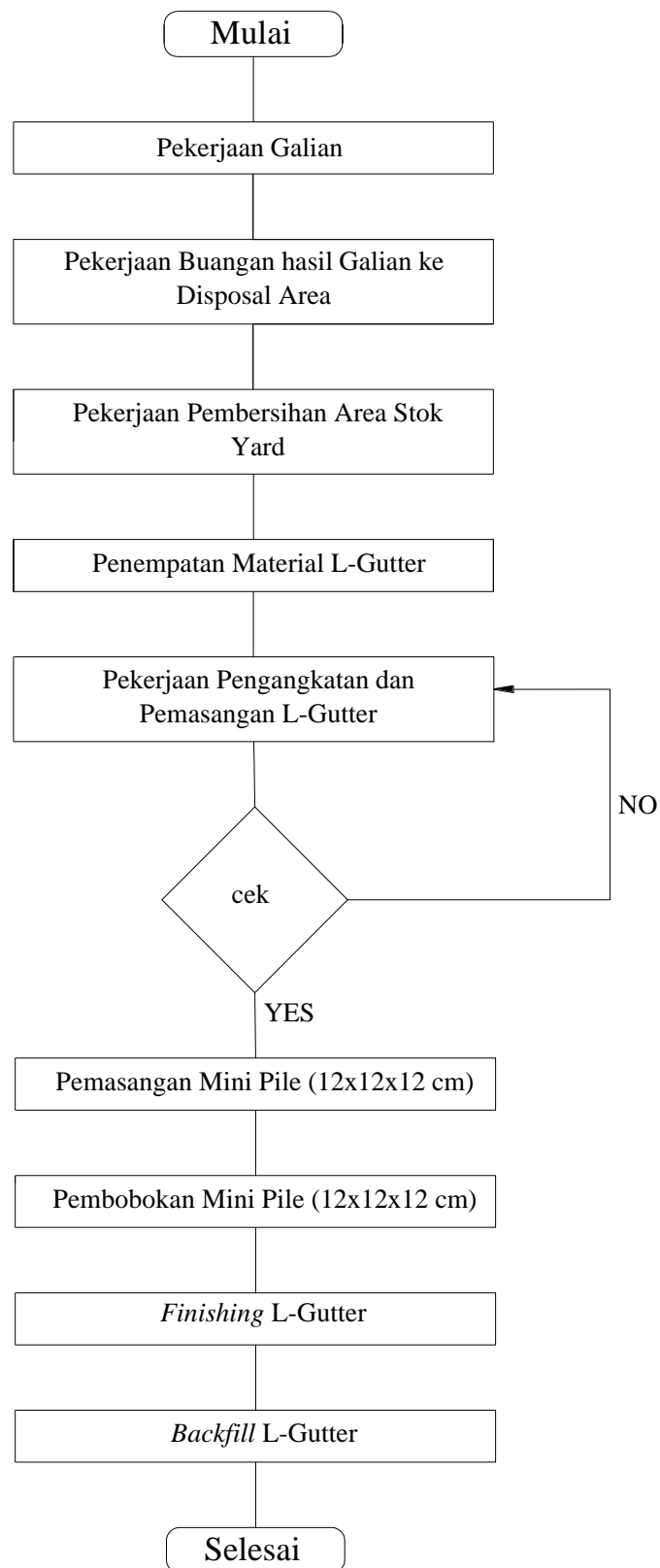
Sumber: PT. PP (2024)

Berikut Gambar 5.16 tampak *revetment precast L-Gutter*.



Gambar 5.16 Tampak Revetment Precast L-Gutter

Sumber: PT. PP (2024)



Gambar 5. 19 Flowchart Pekerjaan *Revetment precast L-Gutter*

(Sumber: PT. PP, 2024)

1. Pekerjaan Galian

Pekerjaan galian dilakukan untuk mendapatkan desain atau bentuk konstruksi sesuai dengan elevasi yang direncanakan. Pada pekerjaan galian juga harus diusahakan dalam keadaan kering (tidak ada air yang tergenang) apapun keadaan cuacanya. Maka dari itu, sebelum penggalian dilakukan perlu dibuat *cofferdam* dan *dewatering*. Pelaksanaan galian dimulai dari penampang tengah dengan *excavator* dan dilakukan sampai elevasi dan garis galian sesuai dengan desain rencana. Ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 5.20 berikut.

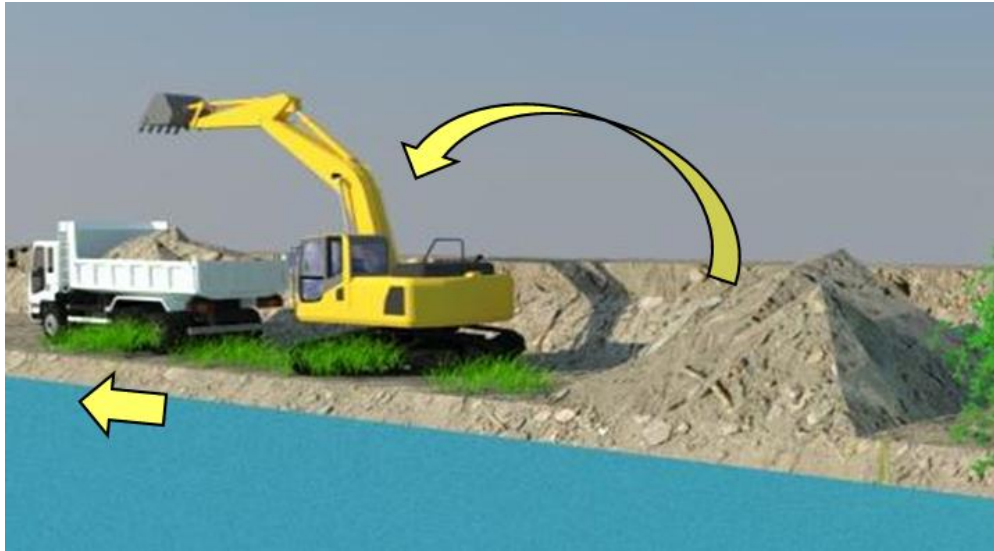


Gambar 5. 20 Ilustrasi Pekerjaan Galian

(Sumber: PT. PP, 2022)

2. Pekerjaan buangan hasil galian ke lokasi *disposal area*

Tanah hasil galian kemudian diangkut ke *dump truck* dan dibuang ke *disposal area* atau tanah hasil galian yang bagus dipisahkan, karena dapat digunakan sebagai bahan timbunan tanah yang di padatkan atau di campur dengan tanah yang rencana akan di datangkan. Ilustrasi proses loading tanah hasil galian dapat dilihat pada Gambar 5.21 dan Gambar 5.22 untuk ilustrasi pekerjaan pengangkutan tanah hasil galian menuju *disposal area*.



Gambar 5. 21 Ilustrasi Proses *Loading* Tanah Galian

(Sumber: PT. PP, 2022)



Gambar 5. 22 Ilustrasi Pengangkutan Tanah Hasil Galian Menuju *Disposal Area*

(Sumber: PT. PP, 2022)

3. Pekerjaan Pembersihan Area *Stock Yard*

Stockyard dibuat untuk menyimpan *precast L-Gutter* yang akan digunakan. Sebelum digunakan maka dilakukan pembersihan lahan dahulu menggunakan alat berat dan dibantu dengan *man power*.

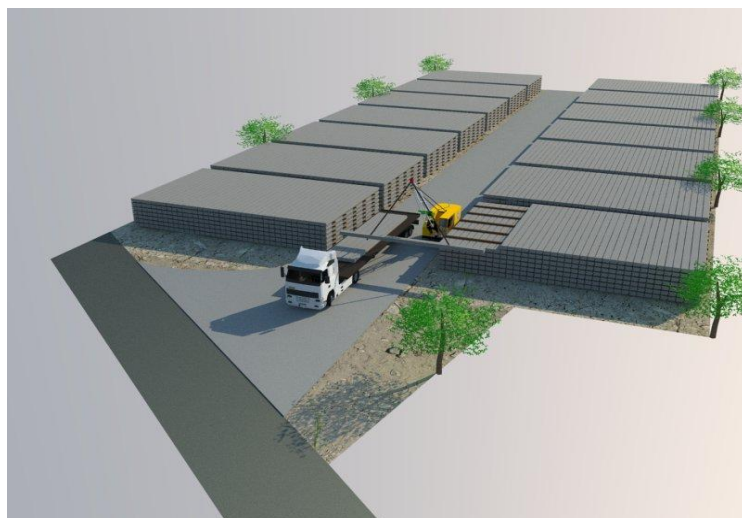
4. Mobilisasi Material

Mobilisasi material *L-Gutter* dilakukan dari pabrik ke *stockyard* menggunakan *Trailer* yang dapat mengangkut 8 unit per *trailernya*. Ilustrasi seperti pada Gambar 5.23 pembersihan area *stockyard* dan pada Gambar 5.24 dapat dilihat ilustrasi area *stockyard L-Gutter*.



Gambar 5. 23 Ilustrasi Pekerjaan Persiapan *Stock Yard*

(Sumber: PT. PP, 2022)



Gambar 5. 24 Ilustrasi Mobilisasi Material dari *Stock Yard*

(Sumber: PT. PP, 2022)

5. Penempatan Material *L-Gutter*

Penempatan material *L-Gutter* di lokasi *stock yard* yang dimana Material *L-Gutter* sudah diturunkan dari trailer truck menggunakan excavator lalu disusun secara rapi untuk memudahkan pengambilan *L-Gutter* yang selanjutnya akan dilangsir ke setiap lokasi pekerjaan sesuai rencana. Selanjutnya dilakukan pengangkatan *L-Gutter* dengan Excavator, mengikuti arahan pelaksanaan sesuai dengan profil yang sudah dipasang oleh tim survey. Setelah itu dilakukan pemasangan pipa pada lubang *weep hole*.

6. Setelah *L-Gutter* terpasang satu *segmen*, kemudian dilakukan pemasangan mini pile Δ 12 x 12, pada bagian lubang *L-Gutter* yang sudah disiapkan. Sebanyak 24 mini pile setiap segmennya. Gambar pemasangan mini pile ke precast *L-Gutter* dapat dilihat pada Gambar 5.25.



Gambar 5. 25 Pemancangan mini pile Δ 12 x 12 x 12

(Sumber: PT. PP, 2022)

- Setelah mini pile Δ 12 x 12 terpasang, dilakukan pembobokan pada ujung mini pile yang sudah terpasang. Besi yang ada pada ujung mini pile selanjutnya dikaitkan dengan angkur yang terdapat pada *L-Gutter* agar dapat terikat. Langkah berikutnya adalah dilakukan pengecoran pada lubang mini pile (K-225). Pada gambar 5.26 disajikan gambar proses pemancangan mini pile.



Gambar 5. 26 Pemancangan mini pile Δ 12 x 12 x 12

(Sumber: PT. PP, 2022)

Langkah selanjutnya adalah melakukan pekerjaan finishing *L-Gutter* menggunakan pengelasan *embedded plat*.

5.3.2 Analisis Stabilitas

Analisis stabilitas dilakukan guna mengetahui apakah suatu bangunan aman atau tidak. Analisa perhitungan stabilitas terbagi menjadi tiga perhitungan antara lain stabilitas terhadap guling (*stability against overturning*), stabilitas terhadap geser (*stability against sliding*), dan analisis daya dukung tanah (*bearing capacity*). Untuk dikatakan aman, maka nilai *safety factor* (*SF*) harus lebih dari sama dengan 1,5 ($SF \geq 1,5$).

Agar diperoleh struktur yang stabil maka perlu direncanakan dimensi L-Gutter yang dapat menahan gaya geser, guling, dan daya dukung pondasi. Peninjauan stabilitas ini dengan kondisi yang diasumsikan sebagai berikut:

1. Struktur L-Gutter merupakan struktur yang terpisah dengan struktur pasangan batu diatasnya karena pasangan batu tersebut mempunyai pondasi sendiri
2. Kemiringan lereng L Gutter adalah 1 vertikal berbanding 1 horisontal
3. Panjang kaki direncanakan 2 m
4. Beban merata diatas 0,65 Ton/m²

Berikut data – data dimensi dan hasil penyelidikan tanah dilapangan pada Tabel 5.12.

Tabel 5. 12 Data Dimensi dan Penyelidikan Tanah

No	Nama	Dimensi	Satuan
1	q	0,500	t/m
2	h1	3	m
3	h	3,4	m
4	a1	0,200	m
5	b1	0,200	m
6	n1 (kemiringan)	1,000	
7	<i>Unit weight of wall material (γ_m)</i>	2,400	t/m ³
8	<i>Unit weighth of soil (γ_s)</i>	1,850	t/m ³
9	<i>internal friction angle of soil (ϕ)</i>	0,262	o
10	<i>friction angle between wall surface and soil (δ)</i>	0,175	o
11	<i>angle of soil surface (β)</i>	0	o
12	b3	2	m
13	b4	0,20	m
14	b5	0,2	m
15	b6	0,2	m
16	b2	5	m
17	a2	3	m
18	n2	1	

Lanjutan Tabel 5. 12 Data Dimensi dan Penyelidikan Tanah

No	Nama	Dimensi	Satuan
19	α	0,785	O
20	y	1,411	m
21	G1	1,440	m
22	MG1	5,504	Tm
23	X1	3,822	m
24	X2	3,611	m
25	MG2	1,162	tm
26	MG3	2,010	tm
27	V	18,797	t

Sumber: BBWS Serayu Opak (2024)

Setelah data yang dibutuhkan telah lengkap, selanjutnya dilakukan analisis Moment.

1. Mencari nilai M_O dan M_R

Active earth pressure (E),

$$E = 1/2 \cdot \gamma_s \cdot h^2 \cdot K_a + q \cdot h \cdot K_a$$

Menghitung nilai K_a dengan persamaan (7)

K_a

$$= \frac{\cos^2(0,262 - 0,785)}{\cos^2(0,785), \cos(0,785 + 0,175), \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(0,262 + 0,175), \sin(0,262 + 0)}{\cos(0,785 + 0,175), \cos(0,785 + 0)}} \right]^2}$$

$$= 1,133$$

$$E = 1/2 \times 1,85 \times 3,4^2 \times 1,133 + 0,5 \times 3,4 \times 1,133$$

$$= 14,040 \text{ ton}$$

$$E1 = q \times h \times k_a \times \cos(\delta - \alpha)$$

$$E1 = 0,5 \times 3,4 \times 1,133 \times \cos(0,175 + 0,785)$$

$$= 1,105 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned}
 E2 &= 0,5 \times \gamma_s \times h^2 \times K_a \times \cos(\delta + \alpha) \\
 &= 0,5 \times 1,85 \times 3,4^2 \times 1,133 \times \cos(0,175 + 0,785) \\
 &= 6,949 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 EH &= E1 + E2 \\
 &= 1,105 + 6,949 \\
 &= 8,053 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 EV &= E \times \sin(\delta + \alpha) \\
 &= 14,04 \times \sin(0,175 + 0,785) \\
 &= 11,501 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Overtuning Moment (M}_O) &= EH \times y \\
 &= 8,053 \times 1,411 \\
 &= 11,364 \text{ tm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Resisting Moment (M}_R) &= G1 \times X1 + EV \times X2 + MG2 + MG3 \\
 &= 1,440 \times 3,822 + 11,501 \times 3,611 + 1,162 + 2,01 \\
 &= 50,207 \text{ tm}
 \end{aligned}$$

2. *Stability against overturning*

$$\begin{aligned}
 SF &= \frac{M_R}{M_O} \\
 &= \frac{50,207}{11,364} \\
 &= 4,418 > 1,5 \text{ OK}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 x &= (M_R - M_O) : V \\
 &= (50,207 - 11,364) : 18,797 \\
 &= 2,066
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e &= (a1:2) - x \\
 &= (0,2 : 2) - 2,066
 \end{aligned}$$

$$= 1,966 < a/6 (0,2/6 = 0,033) \text{ GAGAL}$$

3. *Stability against sliding*

$$\begin{aligned} \text{SF} &= (f \times V) + (C \times B) / EH \\ &= \frac{(0,4 \times 18,797) + (2,2 \times (2+0,2))}{8,053} \\ &= 1,535 > 1,5 \text{ OK} \end{aligned}$$

4. *Stability against bearing capacity of foundation*

$$\begin{aligned} \sigma_{\max} &= V/a1 ((1 + 6e/(b3+b4)) \\ &= 18,797 / 0,2 \times ((1 + 6 \times 1,966) : (2+0,2)) \\ &= 598,033 > 30 \text{ t/m}^2 \text{ GAGAL} \\ \sigma_{\min} &= V/a1(1 - 6e/(b3+b4)) \\ &= 18,797 / 0,2 \times ((1 - 6 \times 1,966) : (2+0,2)) \\ &= 410,061 > 0 \text{ GAGAL} \end{aligned}$$

5. *Check Stability Mini Pile Againsts Bearing Capacity*

Daya Dukung Sondir $B > 1,65$

D = 4,83 m (Kedalaman dasar dari permukaan tanah)

qc = 20 kg/cm² (nilai qc dasar berdasarkan data Sondir S-9 kedalaman 4,83m)

B = 1,65 m

L = 1 m

$$qa = \frac{qc}{50} \left(\frac{B + 0,30}{B} \right)^2$$

$$qa = \frac{20}{50} \left(\frac{1,65+0,30}{1,65} \right)^2$$

$$\begin{aligned} qa &= 0,559 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 5,559 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} qa : 1,5 &= 5,559 / 1,5 \\ &= 3,725 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

6. Perhitungan berat struktur

Total berat (W_{base}) = 4,36 ton

Menghitung tegangan pada dasar pondasi

$$\begin{aligned}\sigma_{base} &= \frac{W_{base}}{A_{dasar\ Pondasi}} \\ &= \frac{4,36}{1,65 \times 1} \\ &= 2,640 \text{ t/m}^2 < q_a (3,725 \text{ t/m}^2) \text{ (TIDAK AMAN – BUTUH PANCANG)}\end{aligned}$$

7. Analisis tiang pancang

Digunakan pancang Δ = Dimensi 12x12x12cm, T:3 m

D' = 7,83 m (Jarak dari permukaan tanah ke ujung tiang)

q_c = 100 kg/cm²

$JHL - 7,83m$ = 50 kg/cm²

S Pancang = 36 cm

A Pancang = 72 cm²

K Pancang = 36 cm

$$\begin{aligned}q_a &= \left(q_c \times \frac{A}{3} + JHL \times \frac{K}{5} \right) \\ &= 100 \times \frac{72}{3} + 50 \times \frac{36}{5} \\ &= 2760 \text{ kg}\end{aligned}$$

n pile = 2 buah

s (arah n) = 1 m (jarak as ke as) Jarak bersih = 1-0,36 = 0,64 m

s (arah m) = 1 m (jarak as ke as) Jarak bersih = 1-0,36 = 0,64 m

P piles = $q_a \times n \text{ pile}$

$$= 2760 \times 2$$

$$= 5,52 \text{ ton}$$

8. Efektifitas tiang pancang

$$n = 1$$

Jarak bersih minimal = 0,90 m

$$m = 2$$

$$d = 0,36 \text{ m}$$

$$s = 1 \text{ m}$$

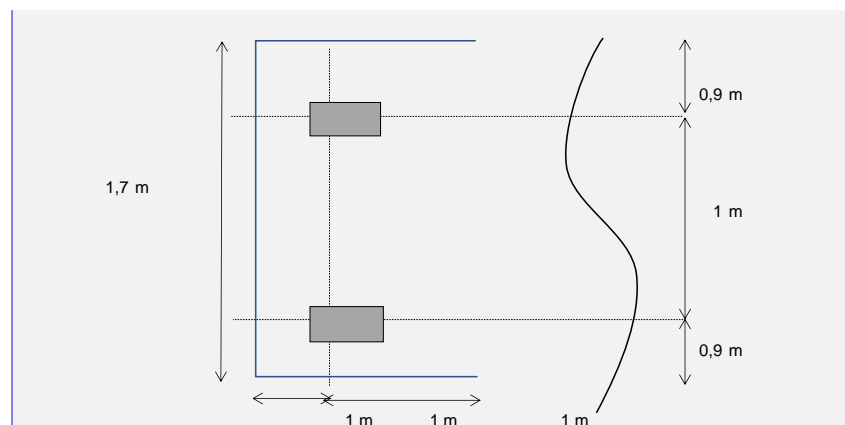
$$\text{eff} = 0,89$$

$$P_u \text{ kelompok} = q_a \times m \times n \times \text{eff}$$

$$= 2,76 \times 2 \times 1 \times 0,89$$

$$= 4,91 \text{ ton} > W_{\text{base}} (4,36 \text{ ton}) \text{ OKE (AMAN)}$$

Berikut gambar skematik tiang pancang pada Gambar 5.27.



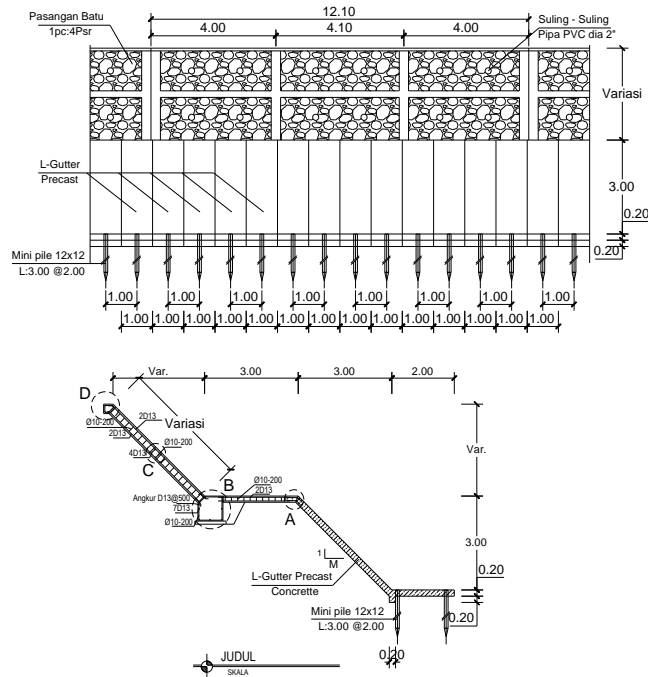
Gambar 5. 27 Skematik Tiang Pancang

5.3.3 Analisis Biaya

1. Volume Pekerjaan

Untuk mengetahui perbandingan biaya revetment menggunakan metode pasangan batu dengan metode *L-Gutter*, langkah pertama yang perlu dilakukan adalah membuat tabel volume pekerjaan yang berisi volume dan satuan dari

masing-masing uraian pekerjaan pada kedua metode. Volume pekerjaan adalah besaran satuan volume pekerjaan sesuai dengan masing-masing item pekerjaan dimana tujuannya adalah memperoleh besarnya biaya yang diperlukan untuk melaksanakan sebuah pekerjaan. Pada gambar 5.28 disajikan gambar detail *revetment* dengan metode *L-gutter*.



Gambar 5. 28 Detail *L-gutter*

(Sumber: PT. PP, 2024)

Dilakukan perhitungan volume pada metode pekerjaan, perhitungan volume dilakukan dengan menggunakan autocad pada gambar detail revetment pada Gambar 5.30 diatas.

1. Galian Tanah Biasa dan Hasil Galian Diangkut $L \leq 50$ m
 - = $3,6598 \times 12$
 - = $43,92 \text{ m}^3$
2. Pembersihan dan Penguapasan Lahan
 - = $6,0019 \times 12,1$
 - = $72,62 \text{ m}^2$
3. Pengadaan *L-Gutter (Precast)*

- = 12 Unit
4. Pemasangan *L-Gutter (Precast)*
= 12 Unit
5. Pengadaan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m
= 24 bh
6. Pemancangan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m
= 24 x 3
= 72 m

Berikut merupakan tabel volume pekerjaan pada *revetment* menggunakan metode L-Gutter dan pasangan batu. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.13.

Tabel 5. 13 BOQ (Bill Of Quantity) L-Gutter

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME
I.	PEKERJAAN TANAH		
I.1	Galian tanah biasa dan hasil galian diangkut $L \leq 50$ m	m ³	43,92
I.2	Pembersihan dan Pengupasan Lahan	m ²	72,62
II.	PEKERJAAN PERKUATAN TEBING		
II.1	Pengadaan <i>L-Gutter (Precast)</i>	Unit	12,00
II.2	Pemasangan <i>L-Gutter (Precast)</i>	Unit	12,00
II.3	Pengadaan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m	bh	24,00
II.4	Pemancangan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m	m	72,00

2. Analisa Kebutuhan Alat

Untuk menghitung jumlah kebutuhan alat perhari pada pekerjaan *revetment* metode pasangan batu, perlu dihitung produktivitas perjam pada alat. Setelah diketahui angka produktivitas perjamnya, kemudian langkah selanjutnya adalah mencari angka produktivitas perhari pada alat, dilanjutkan dengan membagi volume pekerjaan dengan dengan produktivitas perhari maka dapat diketahui jumlah kebutuhan alat.

a. Produktivitas Alat

Rumus :

$$\text{Produktivitas perjam} = \frac{1}{\text{Koefisien perjam}}$$

$$\text{Produktivitas perhari} = \text{Produktivitas perjam} \times 8 \text{ jam}$$

1) Galian Tanah Biasa dan Hasil Galian Diangkut $L \leq 50 \text{ m}$

- *Excavator Long Arm, 0,6 m³*

$$\frac{1}{0,0292} = 34,247 \text{ m}^3$$

- *Buldozer, 21 ton*

$$\frac{1}{0,0071} = 140,845 \text{ m}^3$$

2) Pembersihan dan Penguapasan Lahan

- a) *Excavator, 0,9 m³*

$$\frac{1}{0,0026} = 384,615 \text{ m}^2$$

- b) *Buldozer, 21 ton*

$$\frac{1}{0,0014} = 714,286 \text{ m}^2$$

- c) *Dump Truck 5 m³*

$$\frac{1}{0,0072} = 138,889 \text{ m}^2$$

- d) *Chain Saw*

$$\frac{1}{0,0026} = 384,615 \text{ m}^2$$

3) Pemasangan *L-Gutter (Precast)*

- a) *Excavator, 0,9 m³*

$$\frac{1}{0,456956029} = 2,188 \text{ unit}$$

4) Pengadaan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m

- a) *Excavator, 0,9 m³*

$$\frac{1}{0,0117} = 85,470$$

5) Pemancangan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m

- a) *Tripod*

$$\frac{1}{0,2287} = 4,373 \text{ m}'$$

b) *Drop Hammer (manual)*

$$\frac{1}{0,2287} = 4,373 \text{ m'}$$

b. *Kebutuhan Alat*

$$\text{Kebutuhan Alat} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas perhari}}$$

1. *Galian Tanah Biasa dan Hasil Galian Diangkut L ≤ 50 m:*

Excavator Long Arm, 0,6 m³

$$\frac{43,92}{273,973} = 0,16 \text{ (1 alat)}$$

Buldozer, 21 ton

$$\frac{43,92}{1126,761} = 0,04 \text{ (1 alat)}$$

2. *Pembersihan dan Penguapasan Lahan*

Excavator, 0,9 m³

$$\frac{72,62}{3076,923} = 0,02 \text{ (1 alat)}$$

Buldozer, 21 ton

$$\frac{72,62}{5714,286} = 0,01 \text{ (1 alat)}$$

Dump Truck 5 m³

$$\frac{72,62}{1111,111} = 0,07 \text{ (1 alat)}$$

Chain Saw

$$\frac{72,62}{3076,923} = 0,02 \text{ (1 alat)}$$

3. *Pemasangan L-Gutter (Precast)*

Excavator, 0,9 m³

$$\frac{12,00}{17,507} = 0,69 \text{ (1 alat)}$$

4. *Pengadaan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m*

Excavator, 0,9 m³

$$\frac{24,00}{683,761} = 0,04 \text{ (1 alat)}$$

5. Pemancangan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m

Tripod

$$\frac{72,00}{34,980} = 2,06 \text{ (3 alat)}$$

Drop Hammer (manual)

$$\frac{72,00}{34,980} = 2,06 \text{ (3 alat)}$$

Berdasarkan perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa pada pekerjaan *L-Gutter (Precast)* membutuhkan:

- a. 2 (dua) jenis alat untuk Pekerjaan Galian Tanah
- b. 4 (empat) jenis alat untuk Pekerjaan Pembersihan dan pengupasan lahan
- c. 1 (satu) jenis alat untuk Pekerjaan Pemasangan *L-Gutter (Precast)*
- d. 1 (satu) jenis alat untuk Pekerjaan Pengadaan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m
- e. 6 (enam) jenis alat untuk Pekerjaan Pemancangan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m

Secara Total kebutuhan peralatan pada Pekerjaan *L-Gutter (Precast)* membutuhkan 14 jenis alat. Jenis alat harus sesuai dengan jenis alat yang sudah diperhitungkan agar pekerjaan lebih efektif dan efisien. Rekapitulasi perhitungan kebutuhan alat dilampirkan pada Tabel 5.14.

Tabel 5. 14 Rekapitulasi Kebutuhan Alat Metode L-Gutter

No.	Pekerjaan	Vol	Sat	Alat	Koef	Produktivitas /jam	Produktivitas 1 hari	Alat
I	PEKERJAAN TANAH							
1	Galian Tanah Biasa dan Hasil Galian Diangkut L ≤ 50 m	43,92	m3	<i>Excavator Long Arm, 0,6 m³</i>	0,0292	34,247	273,973	1
				<i>Buldozer, 21 ton</i>	0,0071	140,845	1126,761	1
2	Pembersihan dan Penguapasan Lahan	72,62	m2	<i>Excavator, 0,9 m³</i>	0,0026	384,615	3076,923	1
				<i>Buldozer, 21 ton</i>	0,0014	714,286	5714,286	1
				<i>Dump Truck 5 m³</i>	0,0072	138,889	1111,111	1
				<i>Chain Saw</i>	0,0026	384,615	3076,923	1
II	PEKERJAAN PERKUATAN TEBING							
1	Pengadaan L-Gutter (Precast)	-	Unit	-	-	-	-	-
2	Pemasangan L-Gutter (Precast)	12,00	Unit	<i>Excavator, 0,9 m³</i>	0,456956	2,188	17,507	1
3	Pengadaan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m	24,00	bh	<i>Excavator, 0,9 m³</i>	0,0117	85,470	683,761	1
4	Pemancangan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m	72,00	m	<i>Tripod</i>	0,2287	4,373	34,980	3
				<i>Drop Hammer (manual)</i>	0,2287	4,373	34,980	3

3. Jumlah Kebutuhan Tenaga Metode *L-Gutter (Precast)*

Perhitungan kebutuhan tenaga kerja berdasarkan koefisien yang terdapat di Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) kontrak. Perhitungan dilakukan pada masing – masing item pekerjaan.

a. Volume perhari

$$\text{Volume perhari} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Lama waktu pengerjaan}}$$

1) Galian Tanah Biasa dan Hasil Galian Diangkut $L \leq 50$ m

$$\frac{43,92}{2} = 21,96 \text{ m}^3$$

2) Pembersihan dan Pengupasan Lahan

$$\frac{72,62}{2} = 36,31 \text{ m}^3$$

3) Pemasangan *L-Gutter (Precast)*

$$\frac{12}{2} = 6 \text{ unit}$$

4) Pengadaan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m

$$\frac{24}{4} = 6 \text{ unit}$$

5) Pemancangan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m

$$\frac{72}{1} = 72 \text{ m}$$

b. Produktivitas pehari

Produktivitas perhari = Koefisien pekerja x Volume perhari

1) Galian Tanah Biasa dan Hasil Galian Diangkut $L \leq 50$ m

Mandor

$$0,00360 \times 21,96 = 0,079 \text{ Orang}$$

Pekerja

$$0,01090 \times 21,96 = 0,239 \text{ Orang}$$

2) Pembersihan dan Penguapasan Lahan

Mandor

$$0,00030 \times 36,31 = 0,011 \text{ Orang}$$

Pekerja

$$0,00320 \times 36,31 = 0,116 \text{ Orang}$$

- 3) Pengadaan L-Gutter (*Precast*)

Mandor

$$0,00502 \times 6 = 0,030 \text{ Orang}$$

Pekerja

$$0,01004 \times 6 = 0,060 \text{ Orang}$$

- 4) Pemasangan L-Gutter (*Precast*)

Mandor

$$0,05712 \times 12 = 0,685 \text{ Orang}$$

Pekerja

$$0,22848 \times 12 = 2,742 \text{ Orang}$$

Tukang

$$0,11424 \times 12 = 1,371 \text{ Orang}$$

- 5) Pengadaan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m

Mandor

$$0,00140 \times 6 = 0,008 \text{ Orang}$$

Pekerja

$$0,00430 \times 6 = 0,026 \text{ Orang}$$

- 6) Pemancangan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m

Mandor

$$0,02850 \times 72 = 2,052 \text{ Orang}$$

Pekerja

$$0,08570 \times 72 = 6,170 \text{ Orang}$$

5.3.4 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) *L-Gutter* dalam Satu Segmen

Pada Tabel 5.15 disajikan RAB revetment metode *L-Gutter* sepanjang 12 meter, dimana biaya terbesar terdapat pada pengadaan *L-Gutter* sebesar Rp 36,585,552,00 dimana besaran nilai tersebut didapatkan dari hitungan harga satuan dikalikan dengan volume pekerjaan.

Tabel 5. 15 RAB Pekerjaan *L-Gutter*

NO	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOL	HARGA SATUAN	JUMLAH
I.	PEKERJAAN TANAH				
I.1	Galian tanah biasa dan hasil galian diangkut $L \leq 50$ m	m3	43,92	Rp 30,936,00	Rp 1,358,634,87
I.2	Pembersihan dan Pengupasan Lahan	m2	72,62	Rp 5,465,00	Rp 396,844,64
II.	PEKERJAAN PERKUATAN TEBING				
II.1	Pengadaan <i>L-Gutter (Precast)</i>	Unit	12,00	Rp 6,838,046,00	Rp 36, 585,552,00
II.2	Pemasangan <i>L-Gutter (Precast)</i>	Unit	12,00	Rp 180,216,00	Rp 2,147,940,00
II.3	Pengadaan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m	bh	24,00	Rp 361,757,00	Rp 8,682,168,00
II.4	Pemancangan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m	m	72,00	Rp 64,995,00	Rp 4,679,640,00
TOTAL					Rp 53,850,819,51

Pada tabel 5.16 merupakan hasil rekapitulasi RAB *revetment* dengan metode *precast L-Gutter*. Metode ini hanya memiliki dua uraian pekerjaan dikarenakan material yang digunakan adalah beton pracetak, dengan uraian pekerjaan tanah yaitu galian tanah biasa dan hasil galian diangkut $L \leq 50$ m serta pembersihan dan pengupasan lahan. Uraian pekerjaan perkuatan tebing berupa Pengadaan *L-Gutter (Precast)*, Pemasangan *L-Gutter (Precast)*, Pengadaan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m, Pemancangan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m. Tidak seperti metode pasangan batu yang terdapat pekerjaan tanggul beton. Rekapitulasi RAB pada metode pekerjaan *L-Gutter* dapat dilihat pada Tabel 5.16

Tabel 5. 16 Rekap RAB Pekerjaan *L-Gutter*

NO	Pekerjaan	Rupiah
1	Pekerjaan Tanah	Rp 1,755,519,51
2	Pekerjaan perkuatan tebing	Rp 52,095,300,00
Total		Rp 53,850,819,51

Berikut merupakan grafik rekapitulasi dari pekerjaan *revetment* dengan metode *L-gutter*. Item pekerjaan metode *L-Gutter* terdiri dari pekerjaan

5.4 Pembahasan

5.4.1 Perbandingan Stabilitas

Bangunan *revetment* dikatakan aman apabila angka keamanan lebih dari 1,5 dan dikatakan bergeser apabila angka keamanan kurang dari 1,5 (faktor aman yang disyaratkan). Dari hasil perhitungan analisis stabilitas dari stabilitas terhadap guling (*Stability against overturning*) dan stabilitas terhadap geser (*stability against sliding*). Untuk momen guling dinyatakan bahwa kedua metode aman, dengan metode pasangan batu didapatkan angka keamanan SF (*Safety Factor*) sebesar 2,165 sementara *L-Gutter* lebih tinggi dengan angka keamanan 4,418. Untuk momen geser dinyatakan kedua metode aman dari bahaya geser dengan angka keamanan pasangan batu 2,134 lebih tinggi dibanding *L-Gutter* dengan angka keamanan 1,535. Hasil perbandingan stabilitas dapat dilihat pada Tabel 5.18.

Tabel 5. 18 Perbandingan Stabilitas

STABILITAS	PASANGAN BATU	<i>L-GUTTER</i>	KET
Stabilitas Guling	2,165	4,418	OK
Stabilitas Geser	2,134	1,535	OK
Stabilitas Daya Dukung Tanah	7,988	2,640	OK (Untuk <i>L-Gutter</i> diperlukan tambahan pancang)

Stabilitas dari *revetment* pasangan batu dan *L-Gutter* dilihat dari semua stabilitas melebihi angka keamanan atau *safety factor* yaitu 1,5. Stabilitas geser dari *revetment L-Gutter* sangat mendekati angka keamanan sehingga saat menghitung stabilitas daya dukung tanah ditambahkan perhitungan daya dukung pancang minipile.

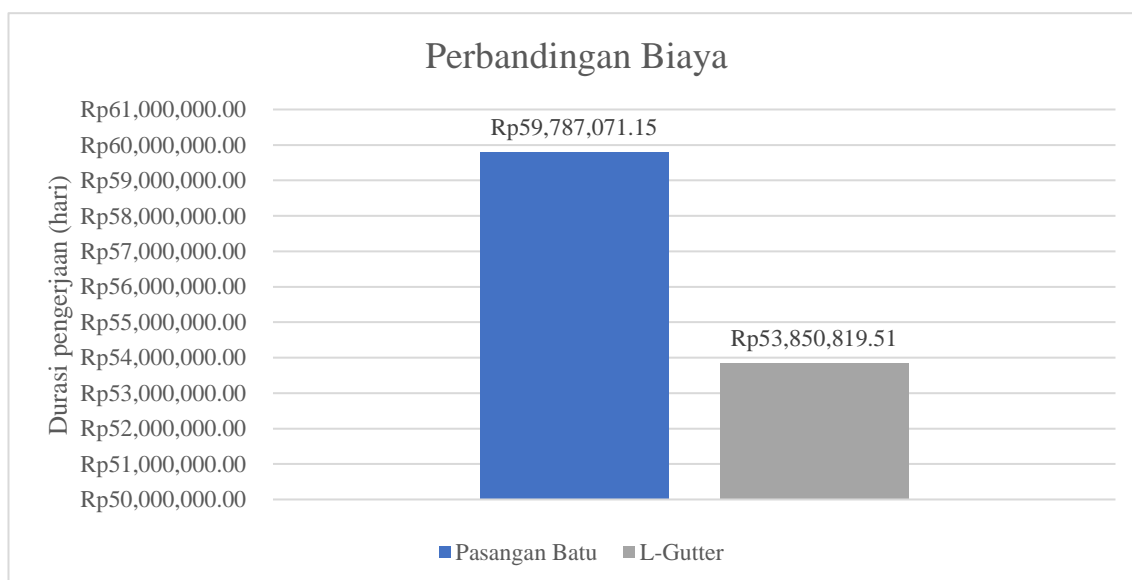
5.4.2 Perbandingan Biaya

Setelah didapatkan hasil perhitungan dan penyusunan rencana anggaran biaya (RAB) melalui perhitungan volume (BOQ) kemudian dilanjutkan penyusunan AHSP untuk menghasilkan RAB yang nantinya dapat diketahui hasil akhir perbandingan biaya antara kedua metode seperti tercantum pada Tabel 5.19 dimana didapatkan hasil bahwa metode pasangan batu lebih mahal.

Tabel 5. 19 Perbandingan Biaya

NO	Metode	Rupiah
1	Pasangan Batu	Rp 59,787,071,15
2	<i>L-Gutter</i>	Rp 53,850,819,51

Berikut disajikan hasil perbandingan RAB pekerjaan *revetment* menggunakan metode pasangan batu dengan metode *L-Gutter* yang disajikan dalam bentuk grafik. Pada Gambar 5.29 dapat dilihat bahwa metode pasangan batu nilainya lebih besar dibandingkan dengan metode *L-Gutter*.



Gambar 5. 29 Perbandingan Biaya Pekerjaan Pasangan Batu dengan *L-Gutter*

(Sumber: PT. PP, 2024)

Dari analisis biaya yang dilakukan untuk mengetahui hasil perbandingan biaya pasangan batu dengan *L-Gutter* didapatkan hasil bahwa *revetment* dengan pasangan batu sebesar Rp.59,787,071,15,- (lima puluh sembilan juta tujuh ratus delapan puluh tujuh ribu tujuh puluh satu lima belas sen rupiah) dan *L-Gutter* sebesar Rp.53,850,819,51,- (lima puluh tiga juta delapan ratus lima puluh delapan

ratus sembilan belas lima puluh satu sen rupiah) didapatkan hasil bahwa metode *L-Gutter* lebih murah dibanding dengan metode pemasangan batu dengan selisih sebesar Rp 5,936,251,63,- (lima juta sembilan ratus tiga puluh enam dua ratus lima puluh satu enam puluh tiga sen rupiah).

Pengadaan biaya *precast L-Gutter* memang tergolong besar, tetapi jika dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan untuk pekerjaan pemasangan batu yang juga memerlukan pengadaan beton, besi, bekisting, dan *joint filler*, biaya yang dikeluarkan tetap besar biaya pekerjaan pemasangan batu. Selisihnya memang tidak terlalu signifikan tetapi dengan selisih biaya tersebut jika untuk skala pekerjaan besar dapat menghemat biaya yang besar juga.

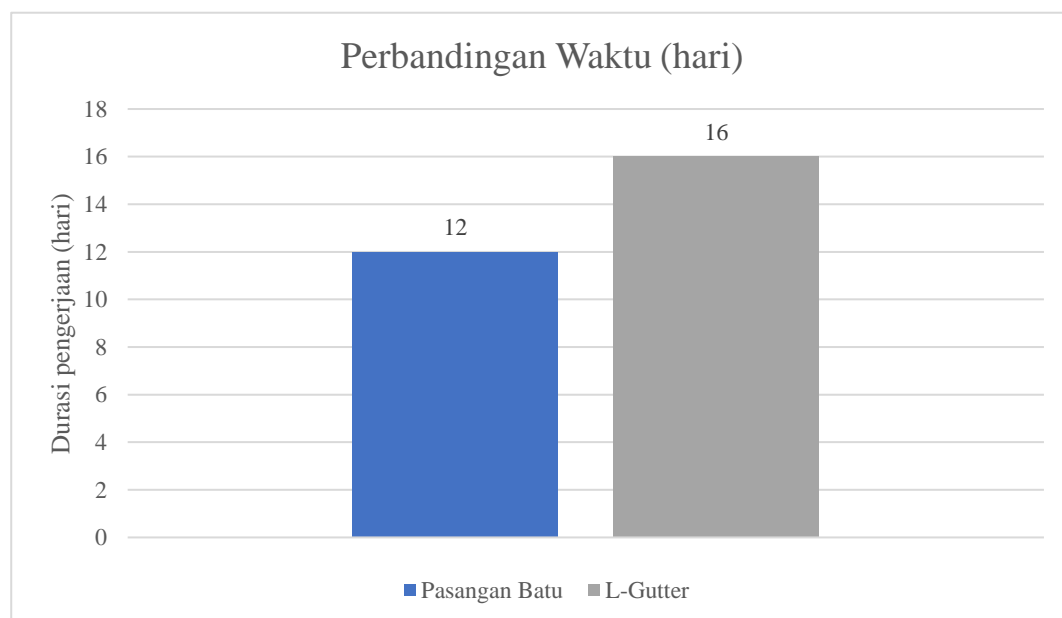
5.4.3 Perbandingan Waktu

Selisih waktu (sw) = waktu *L-Gutter* – waktu pemasangan batu

$$Sw = 16 - 12$$

$$Sw = 4 \text{ hari}$$

Grafik perbandingan waktu dapat dilihat pada Gambar 5.30 berikut:



Gambar 5. 30 Perbandingan Waktu Pekerjaan Pemasangan Batu dengan *L-Gutter*

(Sumber: PT. PP, 2024)

Waktu pelaksanaan bergantung dari alat dan tenaga yang digunakan dengan ulasan sebagai berikut:

- a. Pasangan batu lebih banyak memerlukan sumber daya alat dan sumber daya tenaga karena struktur konvensional lebih banyak tahapan pekerjaannya dari pemasangan batu dengan jumlah tenaga 4 mandor, 6 tukang, dan 8 pekerja.
- b. Pekerjaan *revetment L-Gutter* dengan rincian kebutuhan tenaga 1 mandor, 2 tukang, dan 3 pekerja, pekerjaan pemasangan *precast* lebih sedikit membutuhkan tenaga kerja karena pada pelaksanaannya bergantung pada alat berat

5.4.4 Perbandingan Kebutuhan Alat dan Tenaga

Berikut ditampilkan hasil rekapitulasi perhitungan Kebutuhan Alat dan Tenaga Kerja Pekerjaan Pasangan Batu pada tabel 5.20.

Tabel 5. 20 Perbandingan Kebutuhan Alat dan Tenaga

No	Pekerjaan	Vol	Sat	Alat	Kebutuhan Alat	Pekerja	Kebutuhan Pekerja
I	PEKERJAAN TANAH						
1	Galian Tanah Biasa dan Hasil Galian Diangkut L ≤ 50 m	43,92	m ³	<i>Excavator Long Arm</i> , 0,6 m ³	1	Mandor	1
				<i>Buldozer</i> , 21 ton	1	Pekerja	4
2	Pembersihan dan Penguapasan Lahan	72,62	m ²	<i>Excavator</i> , 0,9 m ³	1	Mandor	1
				<i>Buldozer</i> , 21 ton	1	Pekerja	11
				<i>Dump Truck</i> 5 m ³	1		1
				<i>Chain Saw</i>	1		3
3	Urugan Kembali	15,59	m ³	<i>Tamper</i> 80 kg	1	Mandor	1
						Pekerja	4
II	PEKERJAAN PERKUATAN TEBING						
1	Pasangan Batu 1 pc : 4 psr	7,40	m ³	<i>Concrete Mixer</i> , 0,3 m ³	1	Mandor	1
						Tukang Batu	3
						Pekerja	7
2	Siaran 1 pc : 2 psr	41,26	m ²	-	-	Mandor	1
						Tukang Batu	2
						Pekerja	5

Lanjutan Tabel 5. 20 Perbandingan Kebutuhan Alat dan Tenaga

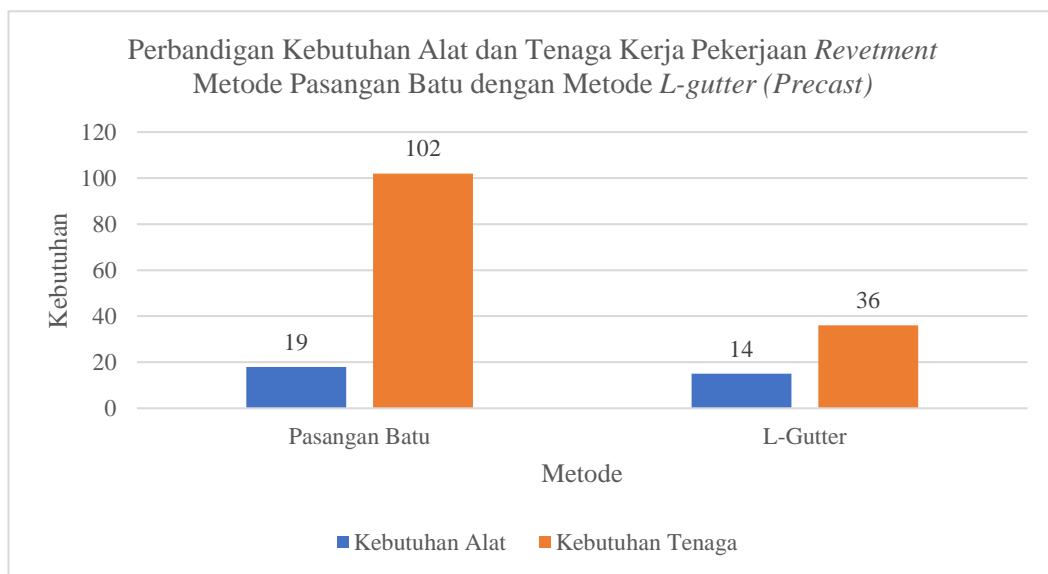
No	Pekerjaan	Vol	Sat	Alat	Kebutuhan Alat	Pekerja	Kebutuhan Pekerja
3	Beton Mutu K - 100 Untuk Lantai Kerja	2,34	m ³	<i>Concrete Vibrator, d2"</i>	1	Mandor	1
						Tukang Beton	2
						Pekerja	6
4	Beton Readymix K - 225	14,90	m ³	<i>Concrete pump 30 m³/jam</i>	1	Mandor	1
				<i>Concrete Vibrator, d2"</i>	1	Tukang Beton	5
						Pekerja	13
5	Bekisting Dinding Beton Biasa dengan Multiflex 12 mm (4x pemakaian)	63,66	m ²	<i>Dump Truck 5 m³</i>	1	Mandor	1
						Tukang Kayu	2
						Pekerja	6
6	Pembesian	569,68	kg	<i>Bar Bender</i>	2	Mandor	1
				<i>Bar Cutter</i>	2	Tukang Besi	2
						Pekerja	5
7	Pengadaan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m	12,00	bh	<i>Excavator, 0,9 m³</i>	1	Mandor	1
						Pekerja	4
8	Pemancangan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m	12,00	m	<i>Tripod</i>	1	Mandor	1
				<i>Drop Hammer (manual)</i>	1	Pekerja	1
9	Suling - Suling Pipa PVC dia 2"	12,00	bh	-	-	Mandor	1
						Pekerja	1
III	PEKERJAAN TANGGUL BETON						
1	Pengadaan dan Pemasangan <i>Joint Filer</i> Tebal 1 cm	12,00	m ²	-	-	Mandor	1
						Pekerja	4

Berikut ditampilkan hasil rekapitulasi perhitungan kebutuhan alat dan tenaga kerja pekerjaan *L-Gutter (Precast)* pada tabel 5.21.

Tabel 5. 21 Rekap Perbandingan Kebutuhan Alat dan Tenaga

NO	PEKERJAAN	Vol	Sat	Alat	Kebutuhan alat	Pekerja	Kebutuhan pekerja
I	PEKERJAAN TANAH						
1	Galian Tanah Biasa dan Hasil Galian Diangkut L ≤ 50 m	43,92	m ³	<i>Excavator Long Arm, 0,6 m³</i>	1	Mandor	1
				<i>Buldozer, 21 ton</i>	1	Pekerja	3
2	Pembersihan dan Penguapasan Lahan	72,62	m ²	<i>Excavator, 0,9 m³</i>	1	Mandor	1
				<i>Buldozer, 21 ton</i>	1	Pekerja	12
II	PEKERJAAN PERKUATAN TEBING						
1	Pengadaan <i>L-Gutter (Precast)</i>	-	Unit	-	-	Mandor	1
						Pekerja	2
2	Pemasangan <i>L-Gutter (Precast)</i>	12,00	Unit	<i>Excavator, 0,9 m³</i>	1	Mandor	1
						Pekerja	4
						Tukang	2
3	Pengadaan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m	24,00	bh	<i>Excavator, 0,9 m³</i>	1	Mandor	1
						Pekerja	4
4	Pemancangan Tiang Pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m	72,00	m	<i>Tripod</i>	3	Mandor	1
				<i>Drop Hammer (manual)</i>	3	Pekerja	3
				<i>Dump Truck 5 m³</i>	1	-	-
				<i>Chain Saw</i>	1	-	-

Gambar 5.31 merupakan grafik perbandingan kebutuhan alat dan tenaga kerja pekerjaan *revetment* metode pemasangan batu dengan metode *L-Gutter (Precast)*. Pada Gambar 5.31 dapat disimpulkan untuk pekerjaan pemasangan batu membutuhkan alat perhari sebanyak 19 alat dan kebutuhan tenaga kerja perhari sebanyak 102 orang, sedangkan untuk pekerjaan *L-Gutter (Precast)* membutuhkan alat perhari sebanyak 14 alat dan kebutuhan tenaga kerja perhari sebanyak 36 orang, dengan hasil kebutuhan alat untuk pekerjaan *L-Gutter* lebih sedikit dengan selisih 5 alat dan selisih kebutuhan tenaga kerja sebesar 66 orang.



Gambar 5. 31 Perbandingan Kebutuhan Alat dan Tenaga Kerja Pekerjaan Revetment Metode Pemasangan Batu dengan Metode Precast L-gutter

(Sumber: PT. PP, 2024)

Tabel 5.22 menampilkan hasil perbandingan keseluruhan dimulai dari analisis stabilitas (guling dan geser), analisis biaya, analisis waktu, analisis jumlah kebutuhan alat, dan analisis jumlah kebutuhan tenaga kerja.

**Tabel 5. 22 Perbandingan Kebutuhan Alat dan Tenaga Kerja Pekerjaan
Revetment Metode Pasangan Batu dengan Metode *Precast L-Gutter***

NO	ANALISIS	Pasangan Batu	L-Gutter	Ket
1.	Analisis Stabilitas			
a.	Stabilitas Guling	3,973	4,418	OK
b.	Stabilitas Geser	2,082	1,535	OK
c.	Stabilitas Daya Dukung Tanah	7,988	2,640	OK (Untuk L-Gutter diperlukan tambahan pancang)
2.	Analisis Biaya	Rp 59,787,071,15	Rp 53,850,819,51	Rupiah
3.	Analisis Waktu	12	16	hari
4.	Analisis Kebutuhan alat	19	14	Satuan perhari
5.	Analisis Kebutuhan Tenaga Kerja	102	36	Orang perhari

Perbandingan dari hasil analisis stabilitas, analisis biaya, analisis kebutuhan alat, dan analisis kebutuhan tenaga kerja, pekerjaan *revetment* dengan metode *precast L-Gutter* lebih disarankan dalam pelaksanaan pekerjaan dengan jenis kontrak proyek *MYC* (Multi Years Contract) yang mana terdapat kendala non teknis pelaksanaan di lapangan terkait pembebasan lahan, secara analisis waktu memang *precast L-Gutter* lebih lama 4 hari dibandingkan pasangan batu, akan tetapi untuk menyiasati waktu pelaksanaan terbuang karena menunggu kendala pembebasan lahan lebih disarankan *precast L-Gutter* sebagai opsi agar progres tetap berjalan dimana ketika lahan masih bermasalah *precast* bisa diakui progres dengan *MoS* (Material on Site). Secara mutu dan estetika *precast L-Gutter* lebih bisa dikendalikan sehingga umur dari ketahanan konstruksi lebih awet dan juga dengan biaya lebih efisien dari pasangan batu.

Dengan lebih efisienya biaya konstruksi dan dengan kualitas yang lebih mudah dikendalikan maka penhematan penggunaan anggaran disini menjadi nilai plus.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari analisis diatas, dapat diambil kesimpulan:

1. Stabilitas (*safety factor*) pada pasangan batu kali dan *precast L-Gutter* terhadap daya dukung (*bearing capacity*) dinyatakan aman.
2. Biaya konstruksi *revetment* metode pasangan batu sebesar Rp 59,787,071,15,- dan metode *precast L-Gutter* sebesar Rp 53,850,819,51,- untuk satu segmen atau sepanjang 12 meter.
3. Waktu pekerjaan kontruksi metode pasangan batu memerlukan waktu 12 hari sedangkan metode L-Gutter 16 hari .

6.2. Saran

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan, ada beberapa saran yang ingin disampaikan oleh peneliti

2. Dalam suatu perencanaan sebisa mungkin untuk mendetailkan item-item kerja berdasarkan urgensi, contoh seperti halnya pada perhitungan Rencana Anggaran Biaya. Jika perhitungan volume dilakukan secara teliti dan detail nantinya akan memudahkan dalam banyak hal seperti contoh akan mengetahui total biaya akhir nantinya.
3. Untuk penelitian selanjutnya yang sejenis dengan penelitian ini, agar tingkat akurasi perhitungan biaya yang dilakukan relevan maka sebaiknya lakukan penelitian di daerah yang sama agar perbedaan harga tidak terlalu signifikan.
4. Untuk proyek konstruksi dengan jumlah volume yang besar atau banyak penulis sarankan untuk memakai metode *precast* karena akan membuat pelaksanaan lebih cepat. Dan untuk para kontraktor yang sedang dikejar *deadline* proyek juga lebih baik menggunakan metode *precast* sehingga tidak terjadi keterlambatan agar tingkat akurasi semakin besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Adji & Agung. (2021). Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Aplikasi Plaxis 8.2 Dengan Perkuatan Dinding Penahan Tanah. *Construction and Material Journal*. 3(3). 153–161. <https://doi.org/10.32722/cmj.v3i3.4150>
- Badarudin dan Herbiantoro. (1997). KAPASITAS DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG DENGAN METODE T-Z DAN METODE TERZAGHI. Universitas Islam Indonesia.
- Baroq. (2019). Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Kolom Antara Metode Beton Konvensional dengan *Precast*. Tugas Akhir Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
- Bootman. (2005). *Principles of Pharmacoeconomics* (3rd Editio). Harvey Whitney Book Company.
- Clough dan Scars, (1991). *Construction Project Management*. John Willey & Sons.
- Dipohusodo. (1996). Manajemen Proyek dan Konstruksi (Jilid 2). Kanisius.
- Dkk, Z, F, V, M. (2023). Modifikasi Perencanaan Struktur Apartemen Alessandro Vittorio dengan Metode Beton Pracetak. *TEKNIK ITS*. Vol. 12. N.
- Fachrurrozi dkk. (2022). ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN PENDEKATAN VALUE ENGINEERING (Studi Kasus Konservasi DAS Gung Kabupaten Tegal). *Jurnal Ilmiah Teknosains*, Vol. 8 No. 1
- Hary Christady Hardiyatmo. (n.d.). Mekanika Tanah II (Edisi Kedu). PT. Gramedia.
- Hary Christady Hardiyatmo. (2018). Mekanika Tanah 2 (6th ed). Gadjah Mada University Press.
- Hilton R, W. (2005). *Managerial Accounting (Internatio)*. McGraw Hill. Inc.
- Jawat. (2017). Metode Pelaksanaan Konstruksi Revetment, *Paduraksa*. 6(2). 161–177.
- Joseph E, Bowles. (1997). Analisis Dan Desain Pondasi (Jilid 1). Erlangga.
- Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. (2016). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 01/prt/m/2016 Tahun 2016 Tentang Tata Cara Perizinan Pengusahaan Sumber Daya Air dan Penggunaan Sumber Daya Air.
- Kerzner. (1982). *Project Management For Executive* (Van (ed.)). Nostrand Reinhold Company

- Kuntoro, W. (2023). PEMANFAATAN FOTO UNTUK PENILAIAN KESELAMATAN PADA PEKERJAAN BLASTING. Universitas Islam Indonesia.
- Larson. (2010). *Project Management: The Managerial Process. International Journal of Managing Projects in Business. 5th Editio.*
- Liputan6.com. (2022). Banjir dan Longsor Landa Kabupaten Purworejo. BNPB: 6.085 Warga Mengungsi, <https://www.liputan6.com/news/read/4913996/banjir-dan-longsor-landa-kabupaten-purworejo-bnpb-6085-warga-mengungsi>
- Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2016). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28/PRT/M/2016 Tahun 2016 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum.
- Michael T, Callahan. (1992). *Construction Project Scheduling (Internatio).*
- Raut, K, and M. (2020). *Bearing Capacity of Foundation: Review, International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT). 8.*
- Richard E, Westney. (1997). *The Engineer's Cost Handbook: Tools for Managing Project Costs Hardcover (1st ed,).*
- Samuel. (2017). Analisis Perbandingan Biaya Dan Waktu Metode Pelaksanaan Beton *In Situ* Dengan *Precast*.
- Sastraatmadja. (1984). Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan. Nova.
- Schwalbe. (2006). *Introduction to Project Management.* Thomson Course Technology.
- Sholikha dkk. (2022). Pemodelan Sebaran Genangan Banjir Menggunakan HEC-RAS di Sub DAS Cisadane Hilir. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan, 7(2).* 147–160. <https://doi.org/10.29244/jsil,7,2,147-160>
- Soeharto. (1995). Manajemen proyek dari konseptual sampai operasional. Erlangga.
- Soekirno. (1999). *Pengantar Manajemen Konstruksi.* Raja Grafindo.
- Subdit Rawa dan Pantai. (1997). *Pedoman Survei Investigasi Dan Desain Pengaman Pantai.* Sub Direktorat Rawa dan Pantai Direktorat Bina Teknik.
- Suryolelono. (1994). *Teknik Pondasi Bagian 1 (Pondasi Telapak dan Dinding Penahan Tanah).*
- Wahyudi dkk. (2023). Analisis Biaya Pembangunan Site Facilities Proyek Revetment dan Retaining Wall Dermaga Benoa. *Jurnal Talenta Sipil. 6(2).* 336. <https://doi.org/10.33087/talentsipil.v6i2.317>
- Whitman, L.(1985). *Seismic Design of Gravity Retaining Walls, US Army Engineer Waterways Experiment Station. Paper GL-8.*

- Wibowo, Tommy Prasetyo. 2023. ANALISIS STABILITAS STRUKTUR RETAINING WALL BASEMENT RUMAH SAKIT REGINA MARIS TERHADAP TEKANAN TANAH DENGAN APLIKASI PLAXIS 8.6. Universitas Medan Area.
- Yohana, C., Griandini, D., & Muzambeq, S. (2017). Penerapan Pembuatan Teknik Lubang Biopori Resapan Sebagai Upaya Pengendalian Banjir. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat Madani (JPMM)*. 1(2). 296–308. <https://doi.org/10.21009/jpmm.001.2.10>
- Yuliana, A, (n, d) . (2016). Analisis Penerapan Manajemen Proyek Rekonstruksi Pada Ruas Jalan Kwandang – Molingkapoto Prov. Gorontalo. *Jurnal Peradaban Sains. Rekayasa Dan Teknologi Sekolah Tinggi Teknik (STITEK) Bina Taruna Gorontalo*. 4 NO.1.

LAMPIRAN

LAMPIRAN

Surat Izin Permohonan Data

Nomor :-
Lampiran :-

Kulon Porogo, 14 Mei 2024

Kepada Yth :
PPK SUNGAI DAN PANTAI 2

Di Tempat

Perihal: **PERMOHONAN PERMINTAAN DATA TEKNIS PEMBANGUNAN S.LEDENG (DAS SERANG)**

Dengan hormat,

Sehubungan dengan penelitian tugas akhir Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia dengan data dibawah ini:

Nama : Bagus Tri Winarso
NIM : 21914004
Judul Tugas Akhir : Analisis *Safety Factor*, Biaya Dan Waktu Pada Pekerjaan Proteksi Tanggul Sungai Antara Metode Pasangan Batu Dengan Metode *Precast* Studi Kasus: Sungai Ledeng Proyek Pengendali Banjir DAS Serang

Bermaksud mengajukan permohonan permintaan kebutuhan data teknis dengan detail sebagai berikut:

- Gambar Kerja L-gutter (Plan, Long Section, Cross Section)
- Gambar DED awal pas.batu (Cross Section)
- Perhitungan Volume typical Pas.Batu (S.Ledeng) per 1m
- Dokumentasi Pemasangan L-Gutter
- Dokumentasi 100%
- Layout Lokasi Pekerjaan
- PPT Desain Pek.L-Gutter

Besar harapan kami untuk diizinkan dan diberikan kebutuhan data teknis tersebut diatas untuk dipergunakan dengan penuh tanggung jawab sebagai syarat wajib menyelesaikan tugas akhir Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Demikian Surat Permohonan Permintaan Data kami sampaikan, Terima kasih atas perhatiannya.

Hormat kami,



Bagus Tri Winarso

Tembusan Kepada Yth:
1. Arsip.

LAMPIRAN

Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN

Jenis Pekerjaan : Galian tanah biasa dan hasil galian diangkut L ≤ 50 m
 Satuan Mata Pembayaran : m³
 No. Item : L1

NO.	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
I	Upah/Tenaga Kerja				
-	Mandor	hari	0.0036	264,000.00	950.00
-	Pekerja	hari	0.0109	118,800.00	1,294.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah I					2,244.00
II	Bahan/Material				
-	-	bh	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah II					-
III	Peralatan				
-	Excavator Long Arm, 0.6 m ³	jam	0.0292	621,250.00	18,140.00
-	Buldozer, 21 ton	jam	0.0071	917,937.50	6,517.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah III					24,657.00
Sub Jumlah (I+II+III)					28,901.00
IV	Lain-Lain				
-	Biaya Umum	5.00%			1,345.00
-	Keuntungan	10.00%			2,690.00
Sub Jumlah IV					4,035.00
Jumlah Harga (I+II+III+IV)					30,936.00
Harga Satuan Pekerjaan (dibulatkan)					30,936.00

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN

Jenis Pekerjaan : Pembersihan dan Pengupasan Lahan
 Satuan Mata Pembayaran : m2
 No. Item : I.5

NO.	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
I	Upah/Tenaga Kerja				
-	Mandor	hari	0.0003	264,000.00	79.00
-	Pekerja	hari	0.0032	118,800.00	380.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah I					459.00
II	Bahan/Material				
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah II					-
III	Peralatan				
-	Excavator, 0.9 m3	jam	0.0026	621,250.00	1,615.00
-	Buldozer, 21 ton	jam	0.0014	917,937.50	1,285.00
-	Dump Truck 5 m3	jam	0.0072	186,625.00	1,343.00
-	Chain Saw	jam	0.0026	19,325.00	50.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah III					4,293.00
Sub Jumlah (I+II+III)					4,752.00
IV	Lain-Lain				
-	Biaya Umum	5.00%			237.00
-	Keuntungan	10.00%			475.00
Sub Jumlah IV					712.00
Jumlah Harga (I+II+III+IV)					5,464.00
Harga Satuan Pekerjaan (dibulatkan)					5,464.00

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN

Jenis Pekerjaan : Urugan kembali
 Satuan Mata Pembayaran : m3
 No. Item : I.6

NO.	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
I	Upah/Tenaga Kerja				
-	Mandor	hari	0.0625	264,000.00	16,500.00
-	Pekerja	hari	0.1875	118,800.00	22,275.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah I					38,775.00
II	Bahan/Material				
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah II					-
III	Peralatan				
-	Tamper 80 kg	jam	0.5000	30,400.00	15,200.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah III					15,200.00
Sub Jumlah (I+II+III)					53,975.00
IV	Lain-Lain				
-	Biaya Umum	5.00%			2,698.00
-	Keuntungan	10.00%			5,397.00
Sub Jumlah IV					8,095.00
Jumlah Harga (I+II+III+IV)					62,070.00
Harga Satuan Pekerjaan (dibulatkan)					62,070.00

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN

Jenis Pekerjaan : Pasangan Batu 1 pc : 4 psr
 Satuan Mata Pembayaran : m3
 No. Item : II.1

NO.	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
I	Upah/Tenaga Kerja				
-	Mandor	hari	0.1041	264,000.00	27,482.00
-	Tukang Batu	hari	0.2083	198,000.00	41,243.00
-	Pekerja	hari	0.6250	118,800.00	74,250.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah I					142,975.00
II	Bahan/Material				
-	Semen Pc	kg	184.8000	1,430.00	264,264.00
-	Pasir	m3	0.6034	220,000.00	132,754.00
-	Batu belah	m3	1.2000	236,500.00	283,800.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah II					680,818.00
III	Peralatan				
-	Concrete Mixer, 0.3 m3	jam	0.8333	30,400.00	25,332.00
-	Alat Bantu	ls	1.0000	625.00	625.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah III					25,957.00
Sub Jumlah (I+II+III)					849,750.00
IV	Lain-Lain				
-	Biaya Umum	5.00%			42,487.00
-	Keuntungan	10.00%			84,975.00
Sub Jumlah IV					127,462.00
Jumlah Harga (I+II+III+IV)					977,212.00
Harga Satuan Pekerjaan (dibulatkan)					977,212.00

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN

Jenis Pekerjaan : Siaran 1 pc : 2 psr
 Satuan Mata Pembayaran : m2
 No. Item : II.3

NO.	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
I	Upah/Tenaga Kerja				
-	Mandor	hari	0.0227	264,000.00	5,992.00
-	Tukang Batu	hari	0.0454	198,000.00	8,989.00
-	Pekerja	hari	0.0909	118,800.00	10,798.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah I					25,779.00
II	Bahan/Material				
-	Semen Pc	kg	4.3200	1,430.00	6,177.00
-	Pasir	m3	0.0160	220,000.00	3,520.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah II					9,697.00
III	Peralatan				
-	Alat Bantu	ls	1.0000	625.00	625.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah III					625.00
Sub Jumlah (I+II+III)					36,101.00
IV	Lain-Lain				
-	Biaya Umum	5.00%			1,805.00
-	Keuntungan	10.00%			3,610.00
Sub Jumlah IV					5,415.00
Jumlah Harga (I+II+III+IV)					41,516.00
Harga Satuan Pekerjaan (dibulatkan)					41,516.00

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN

Jenis Pekerjaan : Beton mutu K- 100 untuk Lantai Kerja
 Satuan Mata Pembayaran : m3
 No. Item : II.4

NO.	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
I	Upah/Tenaga Kerja				
-	Mandor	hari	0.0500	264,000.00	13,200.00
-	Tukang Beton	hari	0.1000	198,000.00	19,800.00
-	Pekerja	hari	0.3000	118,800.00	35,640.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah I					68,640.00
II	Bahan/Material				
-	Beton K100	bh	1.0500	698,500.00	733,425.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah II					733,425.00
III	Peralatan				
-	Concrete Vibrator, d2'	jam	0.1000	23,525.00	2,352.00
-	Alat Bantu	ls	1.0000	625.00	625.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah III					2,977.00
Sub Jumlah (I+II+III)					805,042.00
IV	Lain-Lain				
-	Biaya Umum	5.00%			40,252.00
-	Keuntungan	10.00%			80,504.00
Sub Jumlah IV					120,756.00
Jumlah Harga (I+II+III+IV)					925,798.00
Harga Satuan Pekerjaan (dibulatkan)					925,798.00

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN

Jenis Pekerjaan : Beton Ready Mix K-225
 Satuan Mata Pembayaran : m3
 No. Item : II.5

NO.	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
I	Upah/Tenaga Kerja				
-	Mandor	hari	0.0666	264,000.00	17,582.00
-	Tukang Beton	hari	0.2666	198,000.00	52,786.00
-	Pekerja	hari	0.8000	118,800.00	95,040.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah I					165,408.00
II	Bahan/Material				
-	Ready Mix K225	m3	1.0500	797,500.00	837,375.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah II					837,375.00
III	Peralatan				
-	Concrete pump 30 M3/JAM	jam	0.1000	834,750.00	83,475.00
-	Concrete Vibrator, d2"	jam	0.1000	23,525.00	2,352.00
-	Alat Bantu	ls	1.0000	625.00	625.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah III					86,452.00
Sub Jumlah (I+II+III)					1,089,235.00
IV	Lain-Lain				
-	Biaya Umum	5.00%			54,461.00
-	Keuntungan	10.00%			108,923.00
Sub Jumlah IV					163,384.00
Jumlah Harga (I+II+III+IV)					1,252,619.00
Harga Satuan Pekerjaan (dibulatkan)					1,252,619.00

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN

Jenis Pekerjaan : Bekisting dinding beton biasa dengan multiflex 12 mm (4 x pemakaian)
 Satuan Mata Pembayaran : m2
 No. Item : II.6

NO.	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
I	Upah/Tenaga Kerja				
-	Mandor	hari	0.0666	264,000.00	17,582.00
-	Tukang Kayu	hari	0.1333	198,000.00	26,393.00
-	Pekerja	hari	0.4000	118,800.00	47,520.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah I					91,495.00
II	Bahan/Material				
-	Multiplek	lembar	0.0868	148,500.00	12,890.00
-	Kayu kelas II	m3	0.0105	3,300,000.00	34,650.00
-	Paku	kg	0.3300	22,000.00	7,260.00
-	Kawat Bendrat	kg	0.0675	22,000.00	1,485.00
-	Minyak Bekisting	liter	0.2000	22,000.00	4,400.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah II					60,685.00
III	Peralatan				
-	Dump Truck 5 m3	jam	0.0694	186,625.00	12,951.00
-	Alat Bantu	ls	1.0000	625.00	625.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah III					13,576.00
Sub Jumlah (I+II+III)					165,756.00
IV	Lain-Lain				
-	Biaya Umum	5.00%			8,287.00
-	Keuntungan	10.00%			16,575.00
Sub Jumlah IV					24,862.00
Jumlah Harga (I+II+III+IV)					190,618.00
Harga Satuan Pekerjaan (dibulatkan)					190,618.00

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN

Jenis Pekerjaan : Pembesian
 Satuan Mata Pembayaran : kg
 No. Item : II.7

NO.	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
I	Upah/Tenaga Kerja				
-	Mandor	hari	0.0017	264,000.00	448.00
-	Tukang Besi	hari	0.0035	198,000.00	693.00
-	Pekerja	hari	0.0071	118,800.00	843.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah I					1,984.00
II	Bahan/Material				
-	Besi Tulangan	kg	1.0300	10,450.00	10,763.00
-	Kawat Bendrat	kg	0.0206	22,000.00	453.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah II					11,216.00
III	Peralatan				
-	Bar Bender	jam	0.0142	27,625.00	392.00
-	Bar Cutter	jam	0.0142	27,625.00	392.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah III					784.00
Sub Jumlah (I+II+III)					13,984.00
IV	Lain-Lain				
-	Biaya Umum	5.00%			699.00
-	Keuntungan	10.00%			1,398.00
Sub Jumlah IV					2,097.00
Jumlah Harga (I+II+III+IV)					16,081.00
Harga Satuan Pekerjaan (dibulatkan)					16,081.00

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN

Jenis Pekerjaan : Pengadaan tiang pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m
 Satuan Mata Pembayaran : bh
 No. Item : II.8

NO.	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
I	Upah/Tenaga Kerja				
-	Mandor	hari	0.0014	264,000.00	369.00
-	Pekerja	hari	0.0043	118,800.00	510.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah I					879.00
II	Bahan/Material				
-	tiang pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm	m	1.0000	305,800.00	305,800.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah II					305,800.00
III	Peralatan				
-	Excavator, 0.9 m3	jam	0.0117	621,250.00	7,268.00
-	Alat Bantu	ls	1.0000	625.00	625.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah III					7,893.00
Sub Jumlah (I+II+III)					314,572.00
IV	Lain-Lain				
-	Biaya Umum	5.00%			15,728.00
-	Keuntungan	10.00%			31,457.00
Sub Jumlah IV					47,185.00
Jumlah Harga (I+II+III+IV)					361,757.00
Harga Satuan Pekerjaan (dibulatkan)					361,757.00

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN

Jenis Pekerjaan : Pemancangan tiang pancang Δ 12 cm x 12 cm x 12 cm panjang 3 m
 Satuan Mata Pembayaran : m'
 No. Item : II.9

NO.	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
I	Upah/Tenaga Kerja				
-	Mandor	hari	0.0285	264,000.00	7,524.00
-	Pekerja	hari	0.0857	118,800.00	10,181.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah I					17,705.00
II	Bahan/Material				
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah II					-
III	Peralatan				
-	Tripod	jam	0.2287	93,750.00	21,440.00
-	Drop Hammer (manual)	jam	0.2287	75,968.75	17,374.00
-	Alat Bantu	ls	1.0000	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah III					38,814.00
Sub Jumlah (I+II+III)					56,519.00
IV	Lain-Lain				
-	Biaya Umum	5.00%			2,825.00
-	Keuntungan	10.00%			5,651.00
Sub Jumlah IV					8,476.00
Jumlah Harga (I+II+III+IV)					64,995.00
Harga Satuan Pekerjaan (dibulatkan)					64,995.00

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN

Jenis Pekerjaan : Suling - suling Pipa PVC dia 2"
 Satuan Mata Pembayaran : bh
 No. Item : II.12

NO.	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
I	Upah/Tenaga Kerja				
-	Mandor	hari	0.0125	264,000.00	3,300.00
-	Pekerja	hari	0.0375	118,800.00	4,455.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah I					7,755.00
II	Bahan/Material				
-	Pipa PVC 2"	bh	1.0300	23,787.50	24,501.00
-	Kerikil	m3	0.0161	220,000.00	3,540.00
-	Ijuk	kg	0.1030	22,000.00	2,266.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah II					30,307.00
III	Peralatan				
-	Alat Bantu	ls	1.0000	625.00	625.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah III					625.00
Sub Jumlah (I+II+III)					38,687.00
IV	Lain-Lain				
-	Biaya Umum	5.00%			1,934.00
-	Keuntungan	10.00%			3,868.00
Sub Jumlah IV					5,802.00
Jumlah Harga (I+II+III+IV)					44,489.00
Harga Satuan Pekerjaan (dibulatkan)					44,489.00

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN

Jenis Pekerjaan : Pengadaan dan pemasangan joint filler tebal 1 cm
 Satuan Mata Pembayaran : m'
 No. Item : III.4

NO.	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
I	Upah/Tenaga Kerja				
-	Mandor	hari	0.0100	264,000.00	2,640.00
-	Pekerja	hari	0.0400	118,800.00	4,752.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah I					7,392.00
II	Bahan/Material				
-	Joint filler	m2	1.0500	55,550.00	58,327.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah II					58,327.00
III	Peralatan				
-	Alat Bantu	ls	1.0000	625.00	625.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah III					625.00
Sub Jumlah (I+II+III)					66,344.00
IV	Lain-Lain				
-	Biaya Umum	5.00%			3,317.00
-	Keuntungan	10.00%			6,634.00
Sub Jumlah IV					9,951.00
Jumlah Harga (I+II+III+IV)					76,295.00
Harga Satuan Pekerjaan (dibulatkan)					76,295.00

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN

Jenis Pekerjaan : Pengadaan L-Gutter (Precast)
 Satuan Mata Pembayaran : Buah
 No. Item : 1

NO.	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
I	Upah/Tenaga Kerja				
-	Mandor	hari	0.0050	85,000.00	426.00
-	Tukang	hari	-	80,000.00	-
-	Pekerja	hari	0.0100	70,000.00	702.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah I					1,128.00
II	Bahan/Material				
-	L-Gutter (Precast)	buah	1.0000	6,225,000.00	6,225,000.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah II					6,225,000.00
III	Peralatan				
-	Penurunan di Stockyard	-	-	-	-
-	Rough Terrain Crane, 25 Ton	Jam	0.0361	508,392.00	18,375.00
-	Mobilisasi ke Site (Menaikkan)	-	-	-	-
-	Rough Terrain Crane, 25 Ton	Jam	0.0402	502,056.00	20,162.00
-	Flat Bed Truck, 25 Ton	Jam	0.0394	508,392.00	20,009.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah III					58,546.00
Sub Jumlah (I+II+III)					6,284,674.00
IV	Lain-Lain				
-	Biaya Umum	5.00%			314,233.00
-	Keuntungan	10.00%			628,467.00
Sub Jumlah IV					942,700.00
Jumlah Harga (I+II+III+IV)					7,227,374.00
Harga Satuan Pekerjaan (dibulatkan)					7,227,374.00

ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN

Jenis Pekerjaan : Pemasangan L-Gutter (Precast)
 Satuan Mata Pembayaran : Buah
 No. Item : 1

NO.	URAIAN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
I	Upah/Tenaga Kerja				
-	Mandor	hari	0.0571	85,000.00	4,855.00
-	Tukang	hari	0.1142	80,000.00	9,139.00
-	Pekerja	hari	0.2285	70,000.00	15,993.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah I					29,987.00
II	Bahan/Material				
-	Kawat las listrik	kg	0.4000	34,000.00	13,600.00
-	Solar industri	liter	0.3000	9,600.00	2,880.00
-	minyak pelumas	liter	0.0400	35,164.84	1,406.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah II					17,886.00
III	Peralatan				
-	Pemasangan	-	-	-	-
-	Excavator PC.200	Jam	0.4570	275,000.00	125,662.00
-	Mobilisasi ke Site (Menurunkan)	-	-	-	-
-	Excavator PC.200	Jam	0.0039	275,000.00	1,061.00
-	-	-	-	-	-
-	Las listrik diesel	jam	0.1700	61,875.00	10,518.00
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Sub Jumlah III					137,241.00
Sub Jumlah (I+II+III)					185,114.00
IV	Lain-Lain				
-	Biaya Umum	5.00%			9,255.00
-	Keuntungan	10.00%			18,511.00
Sub Jumlah IV					27,766.00
Jumlah Harga (I+II+III+IV)					212,880.00
Harga Satuan Pekerjaan (dibulatkan)					212,880.00