

**PERENCANAAN JALAN TERBAN
RUAS JALAN LUBUK BASUNG-SUNGAI LIMAU
(P.072) KM 133+800
PROVINSI SUMATERA BARAT**

LAPORAN TEKNIK

*Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program Profesi pada Program
Studi Pendidikan Profesi Insinyur Sekolah Pascasarjana Universitas Andalas*



KURNIAWAN DESTIKA
NIM. 2441612093

PEMBIMBING :

Ir. INSANNUL KAMIL, M.Eng, Ph.D, IPU, ASEAN Eng

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN PROFESI INSINYUR
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS ANDALAS
2024**

**PERENCANAAN JALAN TERBAN
RUAS JALAN LUBUK BASUNG-SUNGAI LIMAU
(P.072) KM 133+800
PROVINSI SUMATERA BARAT**

**KURNIAWAN DESTIKA
2441612093**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN PROFESI INSINYUR
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS ANDALAS
2024**

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Laporan Akhir : PERENCANAAN JALAN TERBANG
RUAS JALAN LUBUK BASUNG-
SUNGAI LIMAU
(P.072) KM 133+800
PROVINSI SUMATERA BARAT

Nama Mahasiswa : KURNIAWAN DESTIKA

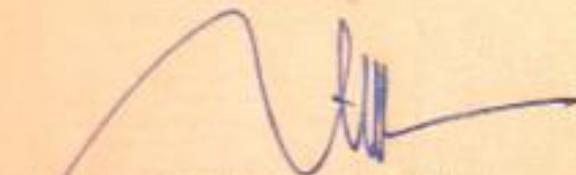
Nomor Induk Mahasiswa : 2441612093

Program Studi : PENDIDIKAN PROFESI INSINYUR

Laporan Teknik telah diuji dan dipertahankan di depan sidang panitia ujian Profesi Insinyur pada Sekolah Pascasarjana Universitas Andalas dan dinyatakan lulus pada tanggal 30 Desember 2024.

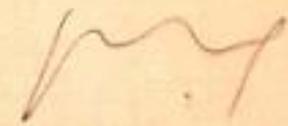
Menyetujui,

1. Pembimbing



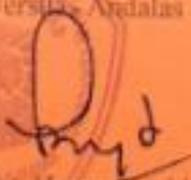
Ir. Ansanul Kamil, M.Eng., Ph.D., IPU,
ASEAN Eng.
NIP. 196711221994121007

2. Koordinator Program Studi



Ir. Benny Dwika Leonanda, MT, IPM,
ASEAN Eng.
NIP. 196608061994121006

3. Direktur Sekolah Pascasarjana
Universitas Andalas



Prof. apt. Hermy Lucida, Ph.D
NIP. 196701151991032002

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING SEBAGAI PERSYARATAN UJIAN INSINYUR

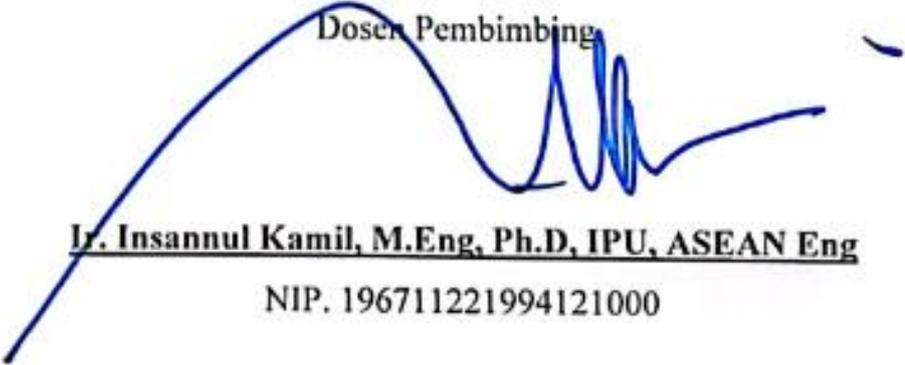
Judul Laporan Teknik : Perencanaan Jalan Terban Ruas Jalan
Lubuk Basung-Sungai Limau
(P.072) KM 133+800
Provinsi Sumatera Barat

Nama Mahasiswa : Kurniawan Destika
Nomor Induk Mahasiswa : 2441612093
Program Studi : Pendidikan Profesi Insinyur

Laporan Teknik ini telah diperiksa dan dinyatakan telah memenuhi untuk mengikuti Ujian Profesi Insinyur pada Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur, Sekolah Pascasarjana, Universitas Andalas.

Padang, Desember 2024

Dosen Pembimbing


Ir. Insannul Kamil, M.Eng, Ph.D, IPU, ASEAN Eng

NIP. 196711221994121000

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS LAPORAN TEKNIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Kurniawan Destika
NIM : 2441612093
Tempat Tgl Lahir : Dumai, 12 Februari 1974
Alamat : Jln Gajah Mada No. 14 RT.04 RW.02 Kel. Kampung Olo
Kec. Nanggalo Padang, Sumatera Barat

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Laporan Teknik dengan judul **'Perencanaan Jalan Terban Ruas Jalan Lubuk Basung-Sungai Limau (P.072) KM 133+800 Provinsi Sumatera Barat'** adalah hasil pekerjaan saya; dan seluruh ide, pendapat, atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan kepada saya termasuk pencabutan gelar Profesi Insinyur yang nanti saya dapatkan.

Padang, Desember 2024
Yang Menyatakan

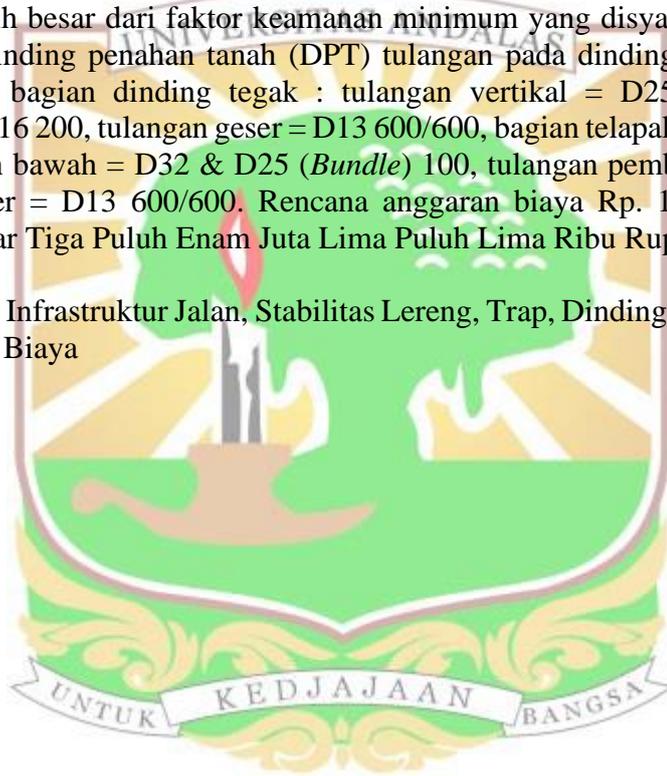

KURNIAWAN DESTIKA

INTISARI

Pembangunan infrastruktur mempunyai manfaat langsung, dalam mewujudkan kemantapan Jaringan Jalan Provinsi yang menghubungkan lalu lintas antar kabupaten kota di wilayah Provinsi Sumatera Barat dimana intensitas pergerakan logistik penting dalam kegiatan ekonomi masyarakat sehingga berdampak terhadap peningkatan kesejahteraan perekonomian masyarakat berkelanjutan dengan mobilitas, aksesibilitas dan keselamatan yang terpenuhi.

Perencanaan Jalan Terban dengan kondisi perbaikan tanah menggunakan trap dengan factor keamanan (SF) yang didapatkan stabilitas lereng perbaikan kondisi global = 1.53, dinding penahan tanah terhadap guling, = 3, dinding penahan tanah terhadap geser = 1.69, dinding penahan tanah terhadap daya dukung = 7. Faktor keamanan lebih besar dari faktor keamanan minimum yang disyaratkan oleh SNI 8460:2017. Dinding penahan tanah (DPT) tulangan pada dinding penahan tanah menggunakan bagian dinding tegak : tulangan vertikal = D25 100, tulangan horizontal = D16 200, tulangan geser = D13 600/600, bagian telapak DPT : tulangan lentur atas dan bawah = D32 & D25 (*Bundle*) 100, tulangan pembagi = D19 200, Tulangan geser = D13 600/600. Rencana anggaran biaya Rp. 11.036.055.000,- (Sebelas Milyar Tiga Puluh Enam Juta Lima Puluh Lima Ribu Rupiah).

Kata kunci : Infrastruktur Jalan, Stabilitas Lereng, Trap, Dinding Penahan Tanah, Biaya

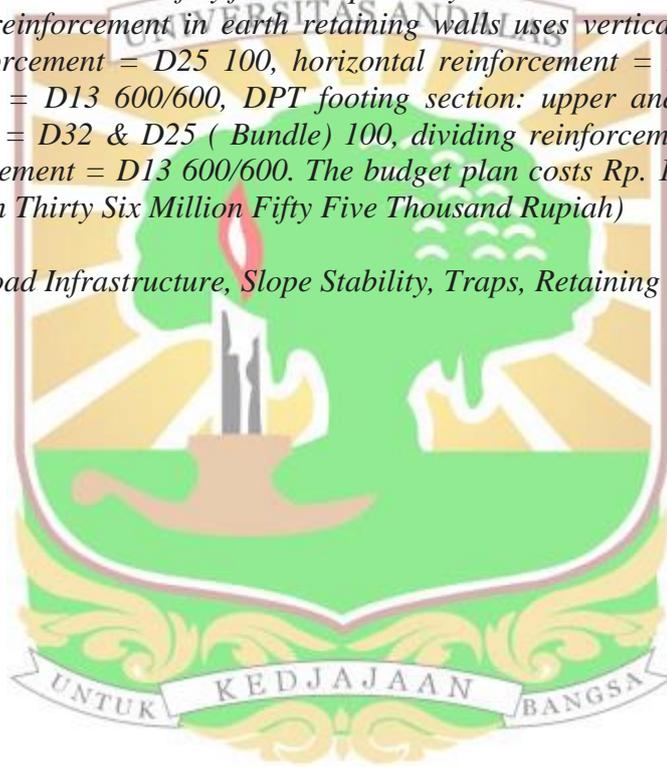


ABSTRACT

Infrastructure development has direct benefits, in realizing the stability of the Provincial Road Network which connects traffic between districts and cities in the West Sumatra Province region where the intensity of logistical movements is important in community economic activities so that it has an impact on increasing sustainable community economic welfare with mobility, accessibility and safety being met.

Terban Road planning with soil improvement conditions using traps with a safety factor (SF) obtained slope stability of global condition improvement = 1.53, earth retaining wall against overturning, = 3, earth retaining wall against sliding = 1.69, earth retaining wall against bearing capacity = 7 . The safety factor is greater than the minimum safety factor required by SNI 8460:2017. Earth retaining walls (DPT) reinforcement in earth retaining walls uses vertical wall sections: vertical reinforcement = D25 100, horizontal reinforcement = D16 200, shear reinforcement = D13 600/600, DPT footing section: upper and lower flexible reinforcement = D32 & D25 (Bundle) 100, dividing reinforcement = D19 200, shear reinforcement = D13 600/600. The budget plan costs Rp. 11,036,055,000,- (Eleven Billion Thirty Six Million Fifty Five Thousand Rupiah)

Keywords : Road Infrastructure, Slope Stability, Traps, Retaining Walls, Cost



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat, rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan teknik ini dengan judul "*Perencanaan Jalan Terban Ruas Jalan Lubuk Basung-Sungai Limau (P.072) KM 133+800 Provinsi Sumatera Barat*". Laporan teknik ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada program studi Profesi Insinyur di Sekolah Pascasarjana, Universitas Andalas.

Penulisan laporan ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan yang berharga dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Insannul Kamil, M.Eng, Ph.D, IPU, ASEAN Eng selaku pembimbing dan tenaga pengajar yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan yang sangat berharga dalam penulisan laporan teknik ini.
2. Ibu Prof. apt. Henny Lucida. Ph.D selaku Direktur Sekolah Pascasarjana Universitas Andalas.
3. Bapak Ir. Benny Dwika Leonanda, MT, IPM, ASEAN Eng selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur Sekolah Pascasarjana Universitas Andalas.
4. Bapak dan Ibu Staf pengajar beserta tenaga kependidikan Pendidikan Profesi Insinyur Sekolah Pascasarjana Universitas Andalas dan Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas.
5. Dinas dan Tim konsultan Core Team BMCKTR Provinsi Sumatera Barat atas dukungan dan bantuan penyusunan laporan teknik ini.
6. Istri (Ns. Espasari, S.Kep dan anak-anak (Muhammad Ashraf, S.Kep & Hanifa Rihhadatul'aisyah) tercinta atas doa, semangat, dan dukungan moral yang diberikan kepada penulis selama proses penulisan laporan teknik ini.

Kritik, saran, dan masukan yang membangun sangat penulis harapkan guna perbaikan di masa yang akan datang. Semoga laporan teknik ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi yang positif dalam bidang ilmu pengetahuan dan praktek keinsinyuran.

Padang, 30 Desember 2024

Kurniawan Destika, M.T.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
INTISARI.....	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Maksud, Tujuan dan Sasaran.....	2
1.3. Lingkup Pekerjaan.....	2
1.4. Lokasi Pekerjaan	4
1.5. Landasan Hukum.....	5
1.6. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Dasar Teori	8
2.3 Penerapan dalam Perencanaan	9
BAB III. METODE LAPORAN TEKNIK.....	10

3.1	Metoda Laporan Teknik	10
3.2	Pekerjaan Persiapan.....	10
3.3	Survey Pendahuluan	11
3.4	Survey dan Penyelidikan Lapangan	11
3.4.1	Survey Topografi.....	11
3.4.2	Survey Hidrologi	14
3.4.3	Penyelidikan Tanah	15
3.5	Konsep dan Kriteria Perencanaan	19
3.5.1	Konsep Detail Desain	19
3.5.2	Kriteria Desain	20
3.5.2.1	Analisa Survey Topografi	20
3.5.2.2	Analisa Hidrologi	22
3.5.2.3	Geoteknik	29
3.5.2.3.1	Standar Perencanaan Geoteknik.....	29
3.5.2.3.2	Jenis Keruntuhan Pada Lereng	29
3.5.2.3.3	Perkuatan Lereng.....	31
3.5.2.3.4	Pembebanan.....	32
3.5.2.3.5	Faktor Keamanan	33
3.5.2.3.3	Parameter Tanah.....	34
3.5.3	Perhitungan Volume	43
3.5.4	Perkiraan Biaya	44
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....		45
4.1	Analisis Stabilitas	45
4.1.1.	Kondisi Eksisting Lereng.....	45
4.1.2.	Lereng dengan Perbaikan.....	47
4.1.3.	Dinding Penahan Tanah Kantilever	53

4.1.4.	Kebutuhan Biaya/Engineer Estimate (EE).....	60
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN		61
5.1	Kesimpulan.....	61
5.2	Saran-Saran	64
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN		66



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jenis Distribusi Probabilitas.....	25
Tabel 3.2 Data Curah Hujan.....	29
Tabel 3.3 Beban Lalu Lintas untuk Analisis Stabilitas (DPI,2001) dan Beban Diluar Jalan	33
Tabel 3.4 Nilai Faktor Keamanan untuk Lereng Tanah	34
Tabel 3.5 Deskripsi Kerapatan Relatif Tanah Pasir (Terzaghi dan Peck, 1967)...	34
Tabel 3.6 Variasi Korelasi N-SPT dengan Konsistensi Tanah (<i>Terzaghi & Peck</i> 1967)	35
Tabel 3.7 Korelasi Nilai qc terhadap Konsistensi Tanah Pasir (<i>Meyerhof,1956</i>)...	35
Tabel 3.8 Korelasi Nilai qc terhadap Konsistensi Tanah Lempung <i>MELT,1993</i>)	35
Tabel 3.9 Korelasi N-SPT terhadap Berat Volume pada Tanah Pasir (<i>Whitman</i> & <i>Robert V,1962</i>)	37
Tabel 3.10 Korelasi N-SPT terhadap Berat Volume pada Tanah Lempung (<i>Whitman & Robert V,1962</i>)	37
Tabel 3.11 Korelasi Berat Volume dengan Jenis Tanah (<i>Burt Look.2007</i>).....	38
Tabel 3.12 Variasi Korelasi N-SPT dengan cu (<i>Terzaghi & Peck,1967</i>).....	40
Tabel 3.13 Nilai Poisson's Ratio pada Material Tanah (<i>Bowles,1986</i>).....	42
Tabel 4.1 Parameter Tanah pada Lereng.....	45
Tabel 4.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	60
Tabel 5.1 Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Lokasi.....	4
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i>	10
Gambar 3.2 Gambar Situasi Hasil Pengukuran	22
Gambar 3.3 Keruntuhan Lereng Keseluruhan	30
Gambar 3.4 Gelincir	30
Gambar 3.5 Pergeseran Tanah pada Lereng	31
Gambar 3.6 Pemotongan Geometri pada Lereng	31
Gambar 3.7 Beberapa Jenis <i>Gravity Walls</i> yang Umum digunakan.....	32
Gambar 3.8 <i>Cantilever Walls</i>	32
Gambar 3.9 CPT <i>Soil Behavior Type</i> (Robertson,2010).....	36
Gambar 3.10 N-SPT vs C_u (Terzaghi et al.)	39
Gambar 3.11 N-SPT vs f (Pect et al.)	41
Gambar 3.12 Pengujian CPT dan Hasil Data Bor Log.....	43
Gambar 4.1 Eksisting Lereng	45
Gambar 4.2 Pemodelan Numerik Kondisi Eksisting.....	46
Gambar 4.3 Bentuk Keruntuhan Lereng Kondisi Eksisting.....	46
Gambar 4.4 Pemodelan Lereng Kondisi Perbaikan.....	48
Gambar 4.5 Hasil Galian Trap Tahap 1.....	48
Gambar 4.6 Hasil Galian Trap Tahap 2.....	49
Gambar 4.7 Hasil Galian Trap Tahap 3.....	49
Gambar 4.8 Hasil Analisis pada Tahap Timbunan DPT dan Geotekstil.....	50
Gambar 4.9 Hasil Analisis pada Tahap 1 Timbunan di atas DPT.....	50
Gambar 4.10 Hasil Analisis pada Tahap Timbunan 2.....	51
Gambar 4.11 Hasil Analisis pada Tahap Timbunan 3.....	51
Gambar 4.12 Hasil Analisis pada Tahap Masa Layanan.....	52
Gambar 4.13 Hasil Analisis Bentuk Keruntuhan Lereng pada Masa Layanan.....	52
Gambar 5.1 Potongan Melintang Penanganan Tanah Terban.....	62
Gambar 5.2 Potongan Dinding Penahan Tanah Beton Bertulang.....	62
Gambar 5.3 Penulangan Wing Wall Dinding Penahan Tanah Beton Bertulang...	62
Gambar 5.4 Penulangan Sirip Dinding Penahan Tanah Beton Bertulang.....	63

BAB I.

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur mempunyai manfaat langsung, dalam mewujudkan kemantapan Jaringan Jalan Provinsi yang menghubungkan lalu lintas antar kabupaten kota di wilayah Provinsi Sumatera Barat. Jaringan Jalan Provinsi memiliki intensitas pergerakan logistik tinggi yang menghubungkan dan melayani pusat-pusat kegiatan ekonomi utama Provinsi dan memfasilitasi agar kapasitas Pemerintah Daerah meningkat dalam menyelenggarakan jalan yang berkelanjutan dengan mobilitas, aksesibilitas dan keselamatan yang memadai.

Pemerintah Provinsi Sumatera Barat dalam hal ini Dinas Bina Marga, Cipta Karya dan Tata Ruang (BMCKTR), salah satu fungsinya adalah melaksanakan pekerjaan pembangunan dan preservasi jalan dan jembatan dalam upaya untuk mencapai dan menjaga kemantapan jaringan jalan supaya tetap dalam keadaan/kondisi yang baik dan mengusahakan agar jalan tidak bertambah rusak sehingga dapat menunjang pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat di wilayah Provinsi Sumatera Barat. Pembangunan dan Preservasi Jalan dan Jembatan merupakan salah satu upaya Dinas BMCKTR dalam menunjang kelancaran arus lalu lintas. Salah satu perwujudannya yakni penanganan longsoran tepatnya di Kuranji Hulu kecamatan Sungai Geringging Padang Pariaman, Sumatera Barat.

Pekerjaan yang akan dilaksanakan adalah perencanaan Jalan Terban pada Ruas Jalan Lubuk Basung-Sungai Limau (P.072) KM 133+800 Provinsi Sumatera Barat dengan mata anggaran dari Dinas BMCKTR melalui dana APBD Provinsi Sumatera Barat. Perencanaan ini sangat berguna sebagai acuan desain teknis yang memadai dan memenuhi kaidah, norma dan tata laku professional.

1.2. Maksud, Tujuan dan Sasaran

Maksud dari Pekerjaan perencanaan Jalan Terban pada Ruas Jalan Lubuk Basung-Sungai Limau (P.072) KM 133+800 Provinsi Sumatera Barat, yakni :

1. Membantu Bidang Bina Marga dalam penyelenggaraan pekerjaan perencanaan yang efektif dan efisien,
2. Merencanakan solusi untuk memperbaiki dan memulihkan jalan yang telah mengalami kerusakan akibat dari longsor,
3. Mendapatkan dokumen perencanaan yang tepat, efektif dan efisien dalam pelaksanaan pekerjaan.

Tujuan Pekerjaan perencanaan Jalan Terban pada Ruas Jalan Lubuk Basung-Sungai Limau (P.072) KM 133+800 Provinsi Sumatera Barat adalah terlaksana sesuai rencana dengan menggunakan standar dan prosedur yang berlaku serta untuk tercapainya pekerjaan perencanaan dan pengendalian fisik yang tepat mutu, tepat waktu dan tepat biaya sekaligus menyediakan dokumen perencanaan teknis untuk Rekonstruksi Jalan Terban pada Ruas Jalan Lubuk Basung – Sungai Limau (P.072) sehingga dapat digunakan sebagai dasar dan acuan kerja saat pelaksanaan pembangunan pada lokasi tersebut.

Sasaran Pekerjaan perencanaan Jalan Terban pada Ruas Jalan Lubuk Basung-Sungai Limau (P.072) KM 133+800 Provinsi Sumatera Barat, yaitu :

1. Mendapatkan kebutuhan terhadap perencanaan sesuai dengan persyaratan dan peraturan yang berlaku,
2. Mendapatkan kebutuhan biaya dan metoda pelaksanaan konstruksi,
3. Mendapatkan pelaksanaan fisik yang tepat waktu, konstruksi yang baik dan dapat dipertanggungjawabkan serta sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh Ditjen Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum,
4. Mempertahankan aksesibilitas yakni jalan harus berfungsi sebagai jalur transportasi yang menghubungkan antar daerah,
5. Mendukung kegiatan ekonomi masyarakat,
6. Menjamin keamanan bagi pengguna lalu lintas.

1.3. Lingkup Pekerjaan

Lingkup pekerjaan Perencanaan Jalan Terban pada Ruas Jalan Lubuk

Basung – Sungai Limau (P.072) meliputi:

1. Survey Pendahuluan, meliputi :

- Pengambilan data-data existing.
- Pengambilan dokumentasi foto.
- Informasi tinggi air maksimal dari masyarakat setempat.
- Usulan type bangunan.

2. Pengukuran Topografi

Pengukuran Topografi diambil dengan membuat peta situasi di sekitar lokasi yang akan direncanakan mencakup semua objek yang dibentuk oleh alam maupun manusia yang ada di sepanjang jalur pengukuran, seperti alur sungai, bukit, jembatan, rumah, gedung, dan sebagainya. Pekerjaan pengukuran Topografi meliputi pengukuran titik kontrol horizontal dan *vertikal* serta pengukuran penampang melintang.

3. Penyelidikan tanah

Penyelidikan tanah dilakukan pada titik pondasi yang akan dibangun, dengan menggunakan alat *Boring Test* atau *Sondir/CPT (Cone Penetrometer Test)*. Tujuan penyelidikan tanah ini adalah untuk menentukan lapisan tanah sebagai dasar untuk menentukan kedalaman serta daya dukung tanah yang diijinkan dan untuk menentukan jenis pondasi yang akan dipakai.

4. Analisa Hidrologi

Dilaksanakan untuk memperhitungkan debit banjir rencana berdasarkan data curah hujan pada lokasi direncanakan, dengan memperkirakan daerah tangkapan berdasarkan peta Topografi. Hal tersebut diatas dapat dihitung debit banjir yang terjadi.

5. Analisa data dan Perencanaan

Proses analisa data mulai dari data topografi, penyelidikan tanah, data hidrologi, untuk menentukan alternatif dan jenis konstruksi yang akan dipakai. Tahap tahap pekerjaan tersebut dapat diuraikan seperti yang dibawah ini:

- Analisa data Topografi, penyelidikan tanah, dan data hidrologi.
- Analisa bangunan atas dan bangunan bawah.

- Perencanaan alinyemen horizontal dan vertikal.
- Membuat standar gambar dan bangunan pelengkap.

6. Perhitungan Kuantitas dan Analisa Harga

Perhitungan kuantitas dapat dilakukan setelah selesainya perhitungan konstruksi bangunan bawah, bangunan atas dan jalan penghubung awal dan akhir jembatan serta bangunan pelengkap lainnya, kemudian digambarkan pada gambar standar. Hasil dari perhitungan ini akan dapatkan volume masing-masing item pekerjaan. Analisa harga diambil berdasarkan harga satuan dan upah setempat, dari hasil diatas dapat ditentukan nilai harga dari jembatan yang direncanakan dan akan digunakan nantinya sebagai dasar untuk pelelangan.

1.4. Lokasi Kegiatan

Lokasi Kegiatan Pekerjaan perencanaan Jalan Terban pada Ruas Jalan Lubuk Basung-Sungai Limau (P.072) KM 133+800 Provinsi Sumatera Barat, yakni :



Gambar 1.1. Peta Lokasi

1.5. Landasan Hukum

Dasar penyusunan perencanaan Jalan Terban pada Ruas Jalan Lubuk Basung-Sungai Limau (P.072) KM 133+800 Provinsi Sumatera Barat, yakni :

1. Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan,
2. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 5 Tahun 2023 tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Perencanaan Teknis Jalan,
3. Kriteria faktor keamanan lereng berdasarkan SNI 8460:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik,
4. SNI 1726:2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non Gedung,
5. SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan,
6. Spesifikasi Umum 2018 Revisi 2,

1.6. Sistematika Penulisan

Penyusunan perencanaan Jalan Terban pada Ruas Jalan Lubuk Basung-Sungai Limau (P.072) KM 133+800 Provinsi Sumatera Barat, yakni :

Bab I. : Pendahuluan

Bab ini menjelaskan perencanaan Jalan Terban yang terdiri dari mencakup latar belakang, maksud dan tujuan, ruang lingkup, landasan hukum, dan sistematika penulisan perencanaan.

Bab II. : Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori

Pada bab ini menjelaskan tentang dasar perencanaan, kriteria perencanaan dan pendekatan teknis.

Bab III : Metoda Laporan Teknik

Tahapan-tahapan dalam kegiatan perencanaan yang meliputi Tahap Persiapan, Tahap Pengumpulan Data, Tahap Analisa Data Hasil Survei, Tahap Perencanaan dan Penggambaran, Tahap Penyiapan Dokumen Lelang dan *Expose*.

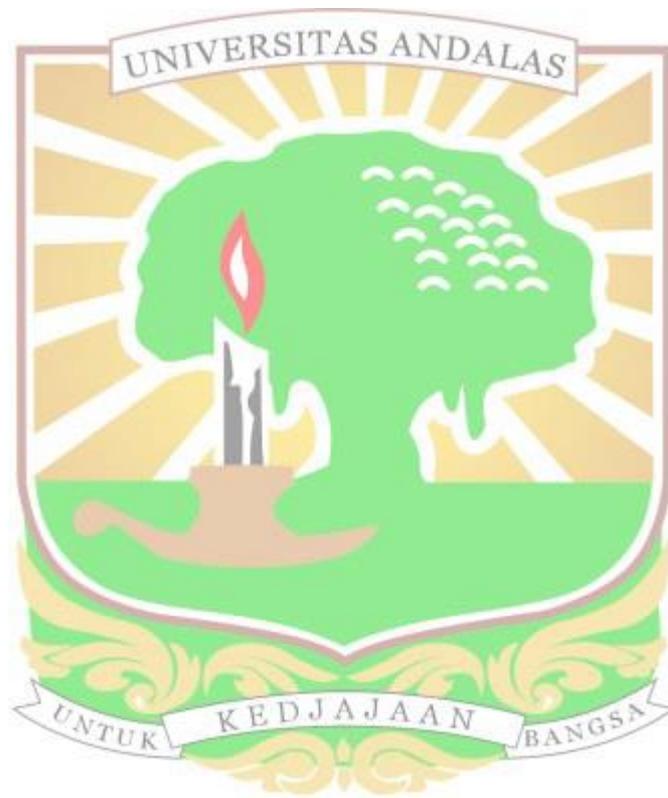
Bab IV : Hasil dan Pembahasan

Analisa hasil survey merupakan analisa lanjutan sebagai bahan perencanaan

yang lebih terperinci yang akan direncanakan. Tahapan ini merupakan final dari kegiatan perencanaan yaitu Gambar Perencanaan, Rencana Anggaran Biaya, Spesifikasi Teknis dan Dokumen Lelang.

Bab VI : Kesimpulan dan Saran

Menjelaskan bahwa pentingnya suatu perencanaan dalam rancangan Jalan Terban pada Ruas Jalan Lubuk Basung-Sungai Limau (P.072) KM 133+800 Provinsi Sumatera Barat. Output dalam sebuah perencanaan Rencana Anggaran Biaya, Spesifikasi Teknis dan Dokumen Lelang.



BAB II.

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Perencanaan jalan di daerah rawan longsor membutuhkan perhatian khusus karena kegagalan lereng dapat menyebabkan kerusakan jalan yang signifikan, bahkan korban jiwa. Beberapa penelitian dan literatur relevan yang dapat dijadikan tinjauan pustaka antara lain:

1. Stabilitas Lereng:

Braja M. Das (2010) dalam bukunya "*Principles of Geotechnical Engineering*" membahas prinsip-prinsip mekanika tanah dan teknik pondasi, termasuk analisis stabilitas lereng dengan berbagai metode seperti Bishop, Fellenius, dan Janbu.

Duncan C. Wyllie (2003) dalam "*Foundations on Rock*" menjelaskan karakteristik batuan dan metode analisis stabilitas lereng pada batuan.

Hoek, E. and Bray, J. W. (1981) "*Rock Slope Engineering*" membahas secara detail tentang perencanaan dan analisis lereng pada batuan, termasuk metode penguatan lereng.

2. Perencanaan Jalan:

Sukirman, S. (2003) "*Perencanaan Geometrik Jalan*" memberikan panduan lengkap tentang perencanaan geometrik jalan, termasuk di daerah pegunungan. *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) "A Policy on Geometric Design of Highways and Streets"* merupakan standar internasional yang diakui untuk perencanaan geometrik jalan.

3. Penanganan Longsor:

Broms, B. B. (1985) "*Landslides*" membahas berbagai jenis longsor dan metode penanganannya.

FHWA (*Federal Highway Administration*) menyediakan berbagai publikasi dan panduan tentang penanganan longsor di jalan raya, termasuk teknik stabilisasi lereng dan sistem drainase.

2.2 Dasar Teori

Perencanaan jalan di daerah rawan longsor atau terban harus didasarkan pada pemahaman yang komprehensif tentang faktor-faktor penyebab longsor dan prinsip-prinsip rekayasa geoteknik. Berikut adalah beberapa dasar teori yang relevan:

1. Mekanika Tanah:

Sifat-sifat tanah: Identifikasi jenis tanah, sifat fisik dan mekanik tanah (kuat geser, kohesi, sudut geser dalam, permeabilitas) sangat penting dalam analisis stabilitas lereng.

Kondisi air tanah: Perkolasi air dalam tanah dapat meningkatkan tekanan air pori dan mengurangi kekuatan geser tanah, sehingga meningkatkan risiko longsor.

2. Faktor Penyebab Longsor:

Faktor alam: Kemiringan lereng, kondisi geologi, curah hujan, erosi, dan gempa bumi.

Faktor manusia: Pemotongan lereng yang tidak tepat, beban tambahan di atas lereng, getaran akibat lalu lintas, dan sistem drainase yang buruk.

3. Analisis Stabilitas Lereng:

Metode kesetimbangan batas: Menghitung faktor keamanan lereng dengan membandingkan gaya-gaya yang melawan longsor (gaya geser) dengan gaya-gaya yang menyebabkan longsor (gaya gravitasi).

Metode elemen hingga: Membagi lereng menjadi elemen-elemen kecil dan menganalisis tegangan dan regangan pada setiap elemen.

4. Perencanaan Geometrik Jalan:

Alinyemen horizontal: Pemilihan trase jalan yang menghindari zona rawan longsor, meminimalkan pemotongan lereng, dan mempertimbangkan radius tikungan yang aman.

Alinyemen vertikal: Perencanaan kemiringan jalan yang sesuai dengan kondisi topografi dan meminimalkan potensi longsor.

5. Teknik Stabilisasi Lereng:

Penguatan lereng: Menggunakan dinding penahan tanah, geotekstil, soil nailing, atau metode lain untuk meningkatkan kekuatan lereng.

Perbaikan drainase: Membuat sistem drainase yang efektif untuk mengendalikan air tanah dan mencegah erosi.

Pengendalian erosi: Melakukan penanaman vegetasi, pembuatan terasering, atau penggunaan material pelindung lereng untuk mencegah erosi.

2.3. Penerapan dalam Perencanaan

Dalam perencanaan jalan di daerah longsor, dasar teori di atas diterapkan melalui tahapan berikut:

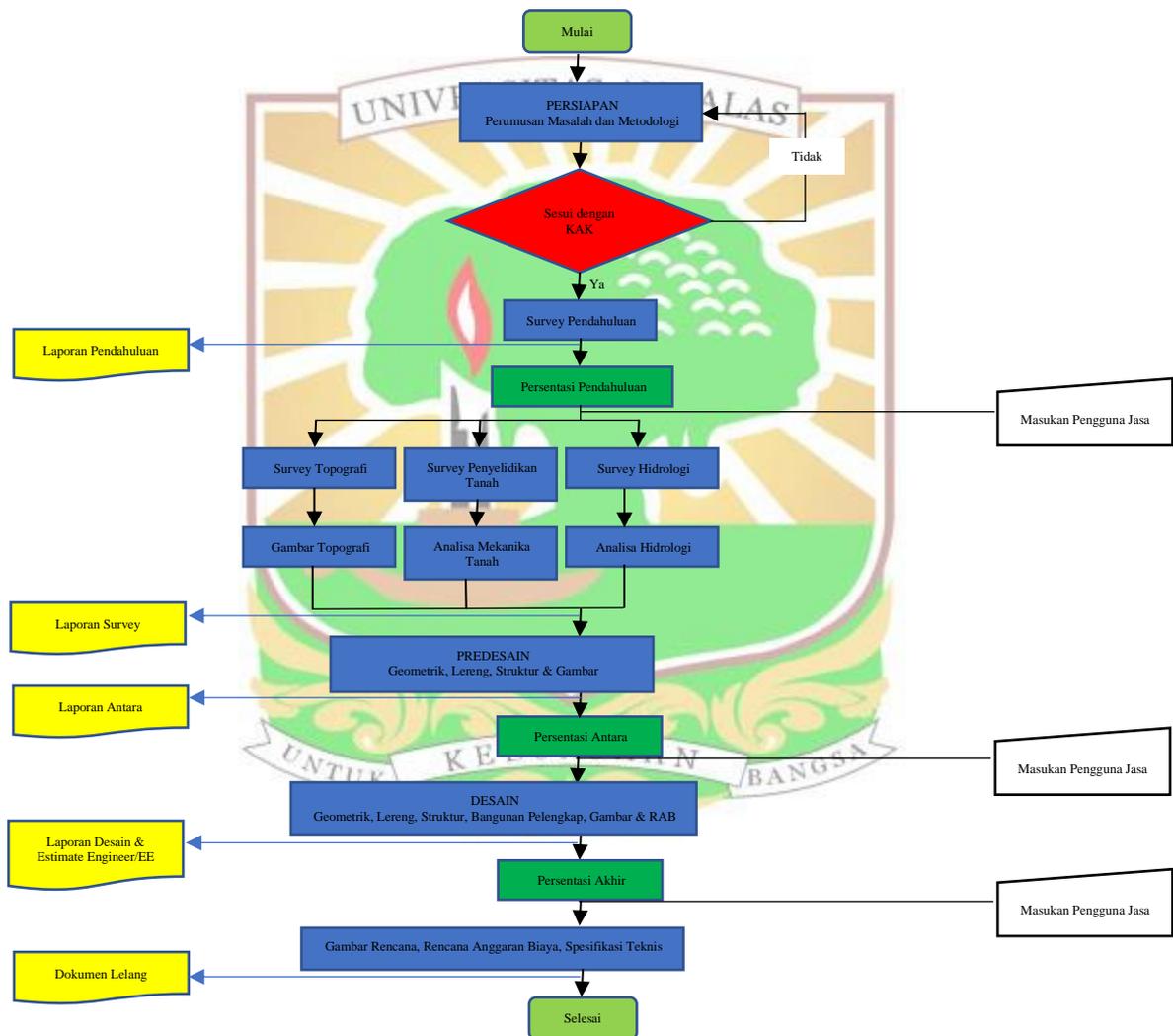
- Investigasi lapangan: Melakukan survei geologi, pemetaan lereng, pengujian tanah, dan analisis hidrologi untuk mendapatkan data kondisi lapangan.
- Analisis stabilitas lereng: Menghitung faktor keamanan lereng existing dan potensi longsor akibat pembangunan jalan.
- Perencanaan geometrik jalan: Menentukan alinyemen horizontal dan vertikal yang aman dan meminimalkan dampak terhadap lereng.
- Perencanaan stabilisasi lereng : Memilih metoda stabilisasi lereng yang sesuai dengan kondisi lapangan dan tingkat resiko longsor.
- Perencanaan drainase : Merancang sistem drainase yang efektif untuk mengendalikan air tanah dan mencegah erosi.
- Pemantauan dan pemeliharaan : Melakukan pemantauan berkala terhadap kondisi lereng dan melakukan pemeliharaan rutin untuk mencegah longsor.

Dengan menerapkan dasar teori dan tinjauan pustaka maka perencanaan Jalan Terban pada Ruas Jalan Lubuk Basung-Sungai Limau (P.072) KM 133+800 Provinsi Sumatera Barat dapat menghasilkan infrastruktur yang aman, stabil dan berkelanjutan.

BAB III. METODE LAPORAN TEKNIK

3.1 Metode Laporan Teknik

Metoda penyusunan Laporan Teknik pada perencanaan Jalan Terban pada Ruas Jalan Lubuk Basung-Sungai Limau (P.072) KM 133+800 Provinsi Sumatera Barat, dapat dilihat pada diagram flowchart dibawah ini :



Gambar 3.1. *Flowchart*

3.2 Pekerjaan Persiapan

Sebelum pelaksanaan suatu pekerjaan, maka perlu dilaksanakan pekerjaan persiapan, baik mengenai kelengkapan administrasi, personil

pelaksana, sarana transportasi, peralatan, dan segala aspek dalam kaitan pelaksanaan pekerjaan. Konsultan akan menyiapkan program kerja untuk dikoordinasikan dengan pihak pemberi tugas. Maksud dari koordinasi ini adalah untuk menyamakan pandangan antara konsultan dengan pihak pemberi sehingga pelaksanaan pekerjaan ini tidak mengalami hambatan.

3.3 Survey Pendahuluan

Survey Pendahuluan meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut :

1. Menyiapkan peta dasar yang berupa Peta Topografi skala 1:100.000 / 1:50.000 dan peta-peta pendukung lainnya (Peta Geologi, Tata Guna tanah dll).
2. Mempelajari lokasi pekerjaan dan pencapaian.
3. Mempelajari kondisi eksisting jembatan secara umum seperti dimensi jembatan, jenis struktur bawah jembatan, jenis struktur atas jembatan, kondisi terrain/geometrik jalan, kondisi lalu lintas dan tata guna lahan sekitarnya.
4. Inventarisasi stasiun-stasiun pengamatan curah hujan pada lokasi pekerjaan melalui stasiun-stasiun pengamatan yang telah ada ataupun pada Badan Meteorologi setempat.
5. Membuat foto dokumentasi lokasi jembatan dalam berbagai arah antara lain : arah pergi, arah pulang, arah hulu dan arah hilir sungai. Serta pada lokasi-lokasi yang penting.
6. Mengumpulkan data, berupa informasi mengenai harga satuan bahan dan biaya hidup sehari-hari.
7. Mengumpulkan informasi umum lokasi sumber material (*quarry*) yang diperlukan untuk pekerjaan konstruksi.

Membuat laporan lengkap perihal survey pendahuluan dan memberikan saran-saran yang diperlukan untuk pekerjaan survei teknis selanjutnya.

3.4 Survey dan Penyelidikan Lapangan

3.4.1 Survei Topografi

Lingkup Pekerjaan Pengukuran Topografi untuk perencanaan jalan

terdiri dari beberapa bagian pekerjaan yaitu :

1. Persiapan
2. Pemasangan Patok, *Bench Mark* (BM) dan *Control Point* (CP).
3. Pekerjaan perintisan untuk pengukuran
4. Pekerjaan pengukuran yang terdiri dari :

a) Pengukuran titik kontrol horizontal (*Polygon*)

Metodologi pengukuran titik kontrol horizontal dilaksanakan sebagai berikut :

- Pengukuran titik kontrol dilakukan dalam bentuk poligon.
- Sisi poligon atau jarak antar titik poligon maksimal 100 m, diukur dengan pegas ukur (meteran) atau alat ukur jarak elektronis.
- Patok-patok untuk titik-titik poligon adalah patok kayu, sedang patok-patok untuk titik ikat adalah patok dari beton.
- Sudut-sudut poligon diukur dengan alat ukur Theodolit dengan ketelitian dalam secon (yang mudah/umum dipakai adalah Theodolith jenis T2 *Wild Zeis* atau yang setingkat).
- Ketelitian untuk poligon adalah sebagai berikut :
- Kesalahan sudut yang diperbolehkan adalah $10''$ akar jumlah titik polygon.
- Kesalahan azimuth pengontrol tidak lebih dari $5''$.
- Pengamatan matahari dilakukan pada titik awal proyek pada setiap jarak 5 Km (kurang lebih 60 titik poligon) serta pada titik akhir pengukuran.
- Setiap pengamatan matahari dilakukan dalam 4 seri rangkap (4 biasa dan 4 luar biasa).

b) Pengukuran Titik Kontrol Vertikal (*Waterpass*)

Metodologi pengukuran titik kontrol vertikal dilaksanakan sebagai berikut :

- Jenis alat yang dipergunakan untuk pengukuran ketinggian adalah *Waterpass* Orde II.
- Untuk pengukuran ketinggian dilakukan dengan double stand dilakukan 2 kali berdiri alat.

- Batas ketelitian tidak boleh lebih besar dari 10 akar D mm. Dimana D adalah panjang pengukuran (Km) dalam 1 (satu) hari.
- Rambu ukur yang dipakai harus dalam keadaan baik dalam arti pembagian skala jelas dan sama.
- Setiap pengukuran dilakukan pembacaan rangkap 3 (tiga) benang dalam satuan milimeter.
- Benang Atas (BA), Benang Tengah (BT) dan Benang Bawah (BB), Kontrol pembacaan : $2BT = BA + BB$.
- Referensi levelling menggunakan referensi lokal.

c) Pengukuran Situasi

Metodologi pengukuran situasi dilaksanakan sebagai berikut :

- Pengukuran situasi dilakukan dengan sistem tachymetri.
- Ketelitian alat yang dipakai adalah 30" (sejenis dengan Theodolit, T0).
- Pengukuran situasi daerah sepanjang rencana jalan harus mencakup semua keterangan-keterangan yang ada di daerah sepanjang rencana kegiatan tersebut.
- Untuk tempat-tempat jembatan atau perpotongan dengan jalan lain pengukuran harus diperluas (lihat pengukuran khusus).
- Tempat-tempat sumber mineral jalan yang terdapat disekitar jalur jalan perlu diberi tanda di atas peta dan difoto (jenis dan lokasi material).

d) Pengukuran Penampang Memanjang

Pengukuran penampang memanjang dan melintang dimaksudkan untuk menentukan volume penggalian dan penimbunan. Metodologi pengukuran dilaksanakan sebagai berikut :

- Pengukuran penampang memanjang dilakukan sepanjang sumbu rencana jalan.
- Peralatan yang dipakai untuk pengukuran penampang sama dengan yang dipakai untuk pengukuran titik kontrol vertikal.

e) Pengukuran Penampang Melintang

Pengukuran penampang memanjang dan melintang dimaksudkan

untuk menentukan volume penggalian dan penimbunan. Metodologi pengukuran dilaksanakan sebagai berikut :

- Pengukuran penampang melintang pada daerah yang datar dan landai dibuat setiap 50 m dan pada daerah-daerah tikungan/ pegunungan setiap 25m.
- Lebar pengukuran penampang melintang 25 m ke kiri-kanan as jalan
- Khusus untuk perpotongan dengan sungai dilakukan dengan ketentuan khusus (lihat pengukuran khusus).
- Peralatan yang dipergunakan untuk pengukuran penampang melintang sama dengan yang dipakai pengukuran situasi.

f) Pemasangan Patok

Untuk pemasangan patok pengukuran di lapangan dilaksanakan sebagai berikut :

- Patok-patok dibuat dengan ukuran 10 x 10 x 75 cm dan harus dipasang setiap 1 Km dan pada perpotongan rencana jalan dengan sungai (2 buah seberang menyeberang). Patok beton tersebut ditanam kedalam tanah dengan kedalaman 15 cm.
- Baik patok-patok beton maupun patok-patok poligon diberi tanda BM dan nomor urut.
- Untuk memudahkan pencarian patok pada pohon-pohon disekitar patok diberi cat atau pita atau tanda-tanda tertentu.
- Baik patok poligon maupun patok profil diberi tanda cat kuning dengan tulisan hitam yang diletakkan disebelah kiri ke arah jalannya pengukuran.
- Khusus untuk profil memanjang titik-titiknya yang terletak di sumbu jalan diberi paku dengan dilingkari cat kuning sebagai tanda.

3.4.2 Survei Hidrologi

Lingkup Pekerjaan Survey Hidrologi untuk perencanaan jalan terdiri dari beberapa bagian pekerjaan yaitu :

- Menyiapkan peta topografi dengan skala 1:250.000 serta peta situasi dengan skala 1:1000
- Mencari sumber data iklim yang valid, yaitu dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG).
- Memilah dan memilih data iklim terutama data curah hujan, yang berkesesuaian dengan lokasi proyek.
- Melakukan survey lapangan dan merekam hasilnya dalam catatan menyangkut saluran samping, gorong-gorong dan jembatan.
- Saluran samping dicatat kondisi eksistingnya dan kondisi pengembangan sesuai kebutuhan yang diakibatkan perubahan guna lahan
- Gorong-gorong dicatat kondisi eksistingnya menyangkut diameter, kondisi fungsi, kondisi terakhir aliran air.
- Kondisi eksisting dicatat kondisi dimensi lebar bentang dan kondisi terakhir struktur atas dan struktur bawah, dilihat kebutuhan penanganan pemeliharaan dan peningkatan jika perlu.
- Data iklim dan curah hujan digunakan sebagai input dalam perhitungan debit banjir rencana untuk menentukan ukuran dimensi saluran, gorong-gorong dan aspek struktur.

3.4.3 Penyelidikan Tanah

Penyelidikan tanah berperan penting dalam perencanaan bangunan bawah terutama untuk kedalaman dan jenis pondasi yang akan direncanakan, penyelidikan tanah yang dilakukan adalah penyelidikan tanah langsung/ pengujian lapangan maupun pengujian di laboratorium. Penyelidikan tanah dimaksudkan untuk mengetahui sifat karakteristik tanah pada kedalaman tertentu. Pada kegiatan ini dilakukan Boring *Test* dan Uji Sondir CPT (*Cone Penetrometer Test*). Selanjutnya dilakukan Pengujian laboratorium untuk identifikasi umum dan uji sifat mekanis tanah.

1. Boring Test

Pemboran akan dikerjakan sampai kedalaman yang ditentukan atau setelah didapat informasi yang cukup mengenai letak lapisan tanah keras, jenis batuan dan tebalnya. Jika sebelum mencapai kedalaman yang ditentukan telah ditemukan lapisan tanah keras/batu, pemboran akan diteruskan menembus lapisan tanah tersebut sedalam kurang lebih 3 meter, tergantung jenis batumannya dan beban bangunan sub strukturnya.

Cara klasifikasi jenis tanah hendaknya dilakukan menurut ASTM/AASHTO atau Manual Pemeriksaan Bahan Jalan (MPBJ). Pada tiap lubang bor yang dikerjakan akan dilakukan pencatatan : lokasi, elevasi permukaan pemboran, tanggal dimulainya pemboran, tanggal selesai dan alat yang digunakan. Berikut uraian pelaksanaan kegiatan boring test :

a) Boring akan dikerjakan dengan alat Bor yang digerakkan dengan mesin yang mampu mencapai kedalaman yang ditentukan. Mata bor akan mempunyai diameter cukup besar sehingga undisturbed sample yang diinginkan dapat diambil dengan baik, dengan diameter core 54,70 mm.

Untuk tanah clay, silt atau tanah lainnya yang tidak terlalu padat, dapat dipakai steel bit sebagai mata bor, bor intan (diamond bit) atau mata bor tungsten sehingga juga dapat diambil undisturbed samplanya dari lapisan tanah tersebut.

b) Pada setiap interval kedalaman 1,5 meter akan dilakukan *Standard Penetration Test (SPT)*, *Standard Penetration Test* dilakukan sesuai ketentuan sebagai berikut :

- Berat palu 63,50 kg
- Tinggi jatuh 75,00 cm

Pengujian dilakukan hingga alat masuk 30 cm ke dalam tanah yang jumlah pukulannya mencapai 50 kali/30 cm. Pelaksanaan dilakukan N/15, N/15, N/15 nilai yang diperhitungkan adalah dua kali nilai pengujian terakhir.

Pada setiap kedalaman yang ditentukan (bila tidak ditentukan lain, maka rata-rata kedalaman diambil kurang lebih 3,0 meter) pada tanah lunak akan diambil undisturbed sample untuk test di laboratorium guna mendapatkan harga index dan engineering properties lapisan tanah.

c) *Undisturbed sample* harus diambil dengan cara sebagai berikut:

- Tabung *sampel* (yang dibuat dari baja tipis tetapi keras dan berbentuk silinder dengan diameter luar rata-rata 70 mm, panjang minimal 70 cm) masuk kedalam tanah pada kedalaman dimana undisturbed sample akan diambil kemudian ditekan perlahan-lahan sehingga tabung tersebut dapat penuh terisi tanah.
- Tanah tersebut harus tetap berada dalam tabung sampel tersebut sampai saatnya untuk dites di laboratorium.
- Tabung yang berisi contoh tanah tersebut harus segera ditutup dengan parafin setelah dikeluarkan dari dalam lubang bor.

d) Sebagai hasil boring, harus dibuat bor log yang paling sedikit dilengkapi dengan lithology (*geological description*), harga SPT, letak muka air tanah dan sebagainya beserta letak kedalaman lapisan tanah yang bersangkutan.

e) Penamaan dari masing-masing tanah harus dilakukan pada saat itu juga, sesuai dengan kedalaman maupun sifat-sifat tanah tersebut yang dapat dilihat secara visual.

f) Apabila tanah yang dibor dalam hal ini cenderung untuk mudah runtuh, maka persiapan untuk itu (*casing*) harus segera dilakukan.

g) Pekerjaan pengambilan tanah dimaksud sebagai pekerjaan mengambil tanah dengan tujuan penyelidikan lebih lanjut di laboratorium. Pengambilan contoh tanah untuk pondasi jembatan ini harus diatur sedemikian sehingga setiap jenis lapisan tanah cukup terwakili.

h) Terhadap *undisturbed* sample harus dikerjakan laboratory test untuk menentukan index dan *structural properties* tanah.

i) Besaran index dimaksudkan sebagai data untuk menetapkan klasifikasi, konsistensi dan sensitivitas tanah. Data tersebut meliputi :

- *Specific gravity* - ASTM D854
- *Bulk dan dry density test* ASTM D.2937
- *Moisture content* - ASTM D.2216
- *Atterberg limits* ASTM D.4318
- *Grain size analysis* - ASTM D.422

j) Besaran-besaran struktural tanah

- *Triaxial Compression test* (ASTM D.2850). *Unconsolidated undrained Test* ini dimaksudkan untuk menentukan *strength properties* dan hubungan *stress strain* daripada tanah.
- *Unconfined Compressive Strength* (ASTM D.2166) Maksud dari tes ini adalah untuk memperoleh besarnya kekuatan tanah yang kohesif.
- *Direct Shear test* (ASTM D3080), Tes ini dikerjakan untuk tanah yang non kohesif.

k) *Consolidation test* (ASTM D2435), Dimaksudkan untuk mendapatkan besaran-besaran koefisien konsolidasi Cc dan Cv yang dapat dipergunakan untuk perhitungan settlement bangunan bawah jembatan.

Test tersebut diatas dikerjakan berdasarkan spesifikasi ASTM/AASHTO

l) Ketentuan lain :

- Penyelidikan tanah dengan membor, dan lubang bor harus diatur sedemikian sehingga dapat memberikan informasi detail akan tanah dasar penampang sungai.
- Sebagai hasil penelitian lapangan yang memerlukan pemboran, letak lubang bor, jumlah dan kedalamannya harus sesuai dengan keperluannya.

- Untuk pilar dimana tidak dapat dilakukan pemboran dengan bor mesin karena lokasi dan kondisi, maka dapat diganti dengan cara penyelidikan yang lain dengan persetujuan Pemimpin Kegiatan.
- Kesimpulan dan saran harus berdasarkan data-data dan peninjauan teknis ekonomis secara lengkap.

2. Uji Sondir/ CPT (*Cone Penetrometer Test*)

Pengujian ini dilakukan menggunakan alat uji sondir dengan kapasitas penetrasi maksimum 2,5 ton. Konus yang dipakai adalah tipe *Begemann*, yang dilengkapi dengan selimut pengukur friksi. Dengan demikian dari uji sondir ini harus diperoleh data nilai kapasitas konus (q_c) dan data nilai kapasitas friksi lokal tanah (f_s)

Spesifikasi dari konus adalah :

- Sudut kerucut konus = 60 derajat
- Luas ujung konus = 10 cm²
- Luas selimut / jacket = 150 cm²

Pembacaan nilai konus (q_c) dan friksi lokal (f_s) harus dilakukan pada setiap interval kedalaman minimal 20 cm, dengan kecepatan penetrasi perlu untuk diusahakan konstan sebesar 2 cm/detik, sampai pembacaan total beban penetrasi mencapai kapasitas maksimum dari alat uji sondir. Hasil pengujian disajikan dalam bentuk grafik uji sondir.

Penyusunan laporan penyelidikan tanah harus mencakup seluruh penyelidikan pada lokasi kegiatan berdasarkan klasifikasi tanah yang didapat sebagai hasil test. Kesimpulan dan saran harus berdasarkan data-data dan peninjauan teknis ekonomis yang lengkap.

3.5 Konsep dan Kriteria Perencanaan

3.5.1 Konsep Detail Perencanaan

Dalam proses perencanaan penyusunan konsep detail perencanaan dipakai sebagai landasan perencanaan setelah mendapat persetujuan dari pemberi tugas dengan mencantumkan koreksi – koreksi dan saran yang

diberikan oleh pemberi tugas. Dengan itu konsultan dapat menyimpulkan hasil survey lapangan yang telah dilakukan dan digunakan untuk:

- Penetapan lokasi baru berdasarkan survey topografi dan evaluasi survey pendahuluan, dengan memperhatikan standar perencanaan yang telah ditetapkan.
- Untuk konstruksi bangunan atas, pondasi dan bangunan bawah disesuaikan dengan hasil penyelidikan tanah serta beban-beban yang akan bekerja pada konstruksi tersebut.
- Untuk desain stabilitas lereng yakni pada area terban atau longsor disesuaikan dengan topografi keadaan sekitar lokasi.

3.5.2 Kriteria Desain

3.5.2.1 Analisa Survey Topografi

1. Perhitungan Polygon

Kriteria toleransi pengukuran poligon kontrol horizontal yang ditetapkan dalam spesifikasi teknis adalah koreksi sudut antara dua kontrol azimuth = 20". Koreksi setiap titik poligon maksimum 10" atau salah penutup sudut maksimum $30'' \sqrt{n}$ dimana n adalah jumlah titik poligon pada setiap kring. Salah penutup koordinat maksimum 1 : 2.000. Berdasarkan kriteria toleransi diatas, proses analisis perhitungan sementara poligon akan dilakukan menggunakan metode Bowditch dengan prosedur sebagai berikut

:

Koreksi penutup sudut:

$$f_s = \sum_{i=1}^n s_i - (n + 2) \times 180^\circ < 30'' \sqrt{n}$$

$$f_s = \sum_{i=1}^n s_i - (n + 2) \times 180^\circ < 30'' \sqrt{n}$$

Koreksi penutup koordinat:

$$f_d = \sum_{i=1}^n d_i - < - 1 : 2000$$

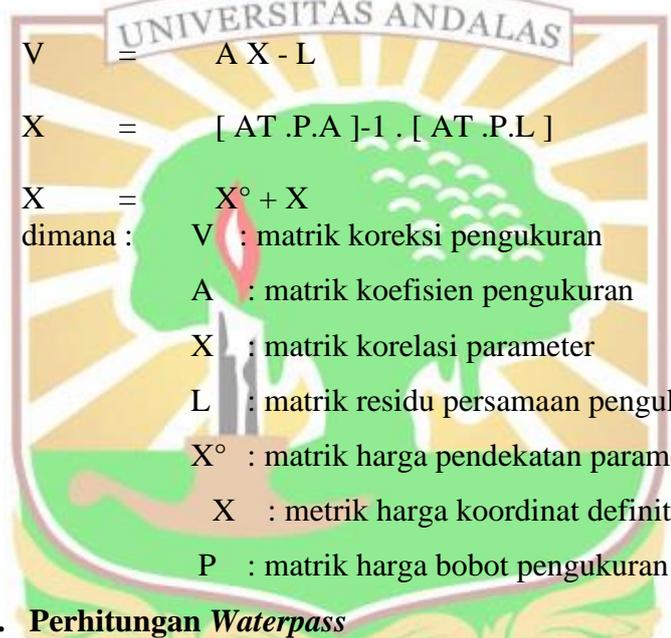
Dalam hal ini:

$$f_d = \sum_{i=1}^n (d_i \cdot \sin_i)^2 + \sum_{i=1}^n (d_i \cdot \cos_i)^2$$

$$= + S_i - 180^\circ$$

dimana : S : sudut ukuran poligon
 d : jarak ukuran poligon
 i : nomor titik poligon (i = 1,2,3...n)

Proses perhitungan data definitif hasil pengukuran poligon kerangka kontrol horizontal akan dilakukan dengan metode perataan kuadrat terkecil parameter. Prinsip dasar perataan cara parameter adalah setiap data ukur poligon (sudut dan jarak) disusun sebagai fungsi dari parameter koordinat yang akan dicari. Formula perataan poligon cara parameter dalam bentuk matriks adalah sebagai berikut :



$$V = A X - L$$

$$X = [A^T . P . A]^{-1} . [A^T . P . L]$$

$$X = X^{\circ} + X$$

dimana :

- V : matrik koreksi pengukuran
- A : matrik koefisien pengukuran
- X : matrik korelasi parameter
- L : matrik residu persamaan pengukuran
- X[°] : matrik harga pendekatan parameter koordinat
- X : metrik harga koordinat definitif
- P : matrik harga bobot pengukuran

2. Perhitungan Waterpass

Kriteria teknis pengukuran *waterpass* yang ditetapkan dalam spesifikasi teknis yakni tiap seksi yang diukur pulang-pergi mempunyai ketelitian 10 mm \sqrt{D} (D = panjang seksi dalam km). Berdasarkan kriteria tersebut dapat diformulasikan cara analisis data ukur *waterpass* pada setiap kring sebagai berikut :

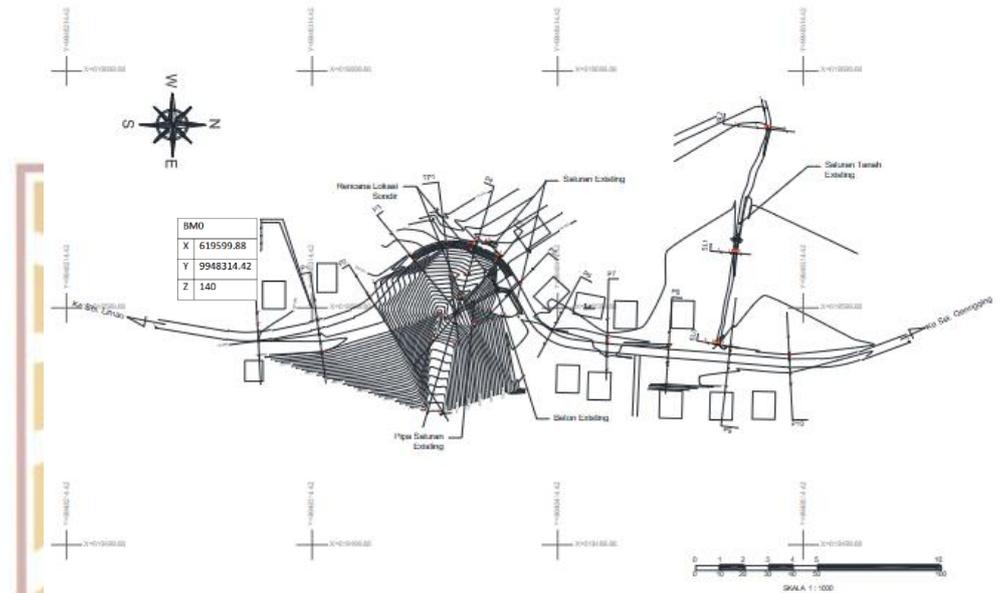
$$fh = \sum_{i=1}^n h_i < 10 \text{ mm} \sqrt{D}$$

dimana : fh : salah penutup beda tinggi tiap kring *waterpass*
 n : beda tinggi ukuran
 i : nomor slag pengukuran *waterpass* (i =

1,2,3...n)

Setelah dianalisis keseluruhan data waterpass kerangka kontrol vertikal memenuhi persyaratan toleransi akan dilakukan proses perhitungan definitif dengan menggunakan metode kuadrat terkecil seperti pada poligon.

3. Peta Situasi Hasil Pengukuran



Gambar 3.2. Gambar Situasi Hasil Pengukuran

3.5.2.2 Analisa Hidrologi

1. Data Curah Hujan

Data curah hujan dimaksudkan untuk memperoleh debit banjir rancangan dan debit andalan. Data curah hujan yang mewakili adalah data-data dari stasiun terdekat dengan lokasi.

Urutan pengolahan data curah hujan dapat dilihat berikut ini :

a) Mengisi Data Hujan yang Kosong

Pemilihan metode berdasarkan karakteristik data yang tersedia. Berikut ini disajikan 2 (dua) metode yang dapat dipakai untuk pengisian data hujan yang kosong.

- Metode *Ratio Normal*

Metode *Ratio Normal* dinyatakan dengan rumus

sebagai berikut:

$$r = 1/3 \{R/RA \cdot rA + R/RB \cdot rB + R/RC \cdot rC\}$$

dimana :

R : Curah hujan rata-rata setahun di tempat Pengamatan R yang datanya akan dilengkapi

rA, rB, rC : Curah hujan di tempat pengamatan RA, RB, RC

RA, RB, RC : Curah hujan rata-rata setahun pada stasiun A, stasiun B, stasiun C

- Metode *Inverse Square Distance*

Untuk mengisi data curah hujan yang hilang dapat dilakukan dengan membandingkan terhadap data curah hujan yang dicatat pada stasiun curah hujan terdekat. Pengisian data dengan metode ini dihitung dengan telah membandingkan jarak antara stasiun curah hujan yang diisi terhadap stasiun curah hujan yang berdekatan. Data hujan dipilih dari stasiun-stasiun yang mewakili areal dominan sehingga data yang dihasilkan dapat digunakan untuk kebutuhan perencanaan.

b) Pengujian Data Curah Hujan

Data hasil perbaikan tersebut, tidak dapat langsung dipakai untuk kebutuhan perencanaan. Data tersebut perlu dilakukan pengujian dalam kelangsungan pencatatannya. Parameter yang biasa digunakan untuk menganalisis adalah reabilitas data dan konsistensi data. Di dalam suatu deret data pengamatan hujan bisa terdapat non homogenitas dan ketidaksesuaian (*inconsistency*) yang dapat menyebabkan penyimpangan pada hasil perhitungan. Non homogenitas bisa disebabkan oleh berbagai faktor seperti: perubahan mendadak pada sistem hidrologis, misalnya karena adanya pembangunan gedung-gedung atau tumbuhnya pohon-pohonan, gempa bumi dan lain-lain, pemindahan alat ukur, perubahan cara pengukuran (misalnya berhubung dengan adanya

alat baru atau metode baru) dan lain-lain. Konsistensi data curah hujan dari suatu tempat pengamatan dapat diselidiki dengan Teknik Garis Massa Ganda (*Double Mass Curve Technique*). Caranya dengan membuat kurva hubungan antara kumulatif hujan tahunan masing-masing stasiun dengan kumulatif hujan tahunan rata-rata. Data yang menunjukkan hubungan garis lurus dan tidak terjadi penyimpangan menunjukkan curah hujan konsisten dan tidak perlu dikoreksi.

c) Distribusi Curah Hujan Pada DAS

Untuk mendapatkan gambaran mengenai distribusi hujan di seluruh Daerah Aliran Sungai, maka dipilih beberapa stasiun yang tersebar di seluruh DAS. Stasiun terpilih adalah stasiun yang berada dalam cakupan areal DAS dan memiliki data pengukuran iklim secara lengkap. Metode yang dapat dipakai untuk menentukan curah hujan rata-rata adalah metode *Thiessen* dan *Aritmatik*. Untuk keperluan pengolahan data curah hujan menjadi data debit diperlukan data Curah Hujan Bulanan, sedangkan untuk mendapatkan Debit Banjir Rancangan diperlukan analisis data dari curah hujan Harian Maksimum.

- Metode *Thiessen*

Pada metode *Thiessen* dianggap bahwa data curah hujan dari suatu tempat pengamatan dapat dipakai untuk daerah pengaliran di sekitar tempat itu. Metode perhitungan dengan membuat poligon yang memotong tegak lurus pada tengah-tengah garis penghubung dua stasiun hujan. Dengan demikian tiap stasiun penakar R_n akan terletak pada suatu wilayah poligon tertutup A_n . Perbandingan luas poligon untuk setiap stasiun yang besarnya A_n/A .

- Metode *Aritmatik*

Pada metode *aritmatic* dianggap bahwa data curah hujan dari suatu tempat pengamatan dapat dipakai untuk daerah pengaliran di sekitar tempat itu dengan merata-rata langsung stasiun penakar

hujan yang digunakan.

- Metode *Isohyet*

Menggunakan peta *Isohyet*, yaitu peta dengan garis-garis yang menghubungkan tempat-tempat dengan curah hujan yang mana. Besar curah hujan rata-rata bagi daerah seluruhnya didapat dengan mengalikan CH rata-rata di antara kontur-kontur dengan luas daerah antara kedua kontur, dijumlahkan dan kemudian dibagi luas seluruh daerah. CH rata-rata di antara kontur biasanya diambil setengah harga dari kontur.

2. Distribusi Probabilitas

Dalam analisis frekuensi data hujan atau data debit guna memperoleh nilai hujan rencana atau debit rencana, dikenal beberapa distribusi probabilitas kontinu yang sering digunakan, yaitu : *Gumbel*, *Normal*, *Log Normal*, dan *Log Pearson III*. Penentuan jenis distribusi probabilitas yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter data tersebut dengan syarat masing-masing jenis distribusi seperti pada Tabel 3.1. berikut :

Tabel 3.1. Jenis Distribusi Probabilitas

No	Distribusi	Persyaratan
1	<i>Gumbel</i>	$C_v = 1,14$ $C_k = 5,4$
2	<i>Normal</i>	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$
3	<i>Log Normal</i>	$C_s = \frac{5}{8} C_v + 3 \frac{C_v^2}{6}$ $C_k = C_v + 6 \frac{C_v^2}{3} + 15 \frac{C_v^3}{3} + 16 \frac{C_v^4}{3} +$
4	<i>Log Pearson III</i>	Selain dari nilai diatas

Disamping dengan menggunakan persyaratan seperti tercantum dalam tabel, guna mendapatkan hasil perhitungan yang meyakinkan, atau jika tidak ada yang memenuhi persyaratan maka penggunaan suatu distribusi probabilitas biasanya diuji dengan metode Chi-Kuadrat atau *Smirnov Kolmogorov*.

a. Distribusi Probabilitas *Gumbel*

Jika data hujan yang dipergunakan dalam perhitungan adalah berupa sampel (populasi terbatas), maka perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas *Gumbel* dilakukan dengan rumus-rumus berikut.

$$X_T = \bar{X} + S \times K$$

Dimana ;

X_T = Hujan rencana atau debit dengan periode ulang T tahun

\bar{X} = Nilai rata-rata dari data hujan X

S = Standar deviasi dari data hujan X

K = Faktor frekuensi Gumbel $K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n}$

Y_t = *Reduced variated*

Y_n = *Reduced mean*

S_n = *Reduced standard*

b. Distribusi Probabilitas *Normal*

$$X_T = \bar{X} + K_T \times S$$

Dimana ;

X_T = Hujan rencana atau debit dengan periode ulang T tahun

\bar{X} = Nilai rata-rata dari data hujan X

S = Standar deviasi dari data hujan X

K_T = Faktor frekuensi, nilainya tergantung dari T (variabel reduksi Gauss)

c. Distribusi Probabilitas *Log Normal*

$$\text{Log } X_T = \overline{\text{Log } \bar{X}} + K_T \times S \text{ Log } X$$

Dimana ;

Log X_T = Nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang

T $\overline{\text{Log } \bar{X}}$ = Nilai rata-rata dari Log X

S Log X = Standar deviasi dari

Log X K_T = Faktor frekuensi

d. Distribusi Probabilitas *Log Pearson III*

$$\text{Log XT} = \bar{\text{Log } \bar{X}} + \text{KT} \times \text{S Log X}$$

Dimana ;

Log XT = Nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang T

$\bar{\text{Log } \bar{X}}$ = Nilai rata-rata dari Log X

S Log X = Standar deviasi dari Log X

KT = Variabel Standar, besarnya tergantung Cs

3. Debit Banjir Rancangan

Debit banjir rancangan dimaksudkan untuk mengetahui besar banjir rancangan dan hidrograf banjir rancangan yang akan digunakan sebagai dasar perencanaan tinggi jembatan dari muka air banjir di sungai. Perhitungan debit banjir rancangan dapat dilakukan dengan analisa frekuensi dari data-data debit banjir maksimum tahunan yang terjadi, dalam hal ini data yang tersedia sebaiknya tidak kurang dari 10 tahun terakhir berturut-turut. Jika data debit banjir maksimum tahunan yang terjadi selama 10 tahun terakhir berturut-turut tidak tersedia, maka debit banjir rancangan dapat diperkirakan dari data-data curah hujan harian maksimum tahunan yang terjadi di stasiun-stasiun yang ada di daerah pengaliran sungai.

Metode ini dikenal dengan “analisa curah hujan - limpasan” dengan mempergunakan rumus- rumus empiris dan hidrograf satuan sintetis. Data-data yang diperlukan untuk menghitung debit banjir rancangan adalah data curah hujan rancangan dan data karakteristik DPS (Daerah Pengaliran Sungai). Dalam perencanaan ini metode-metode yang dapat dipergunakan yaitu antara lain:

a) Metode *Rasional* oleh *Haspers*

Metode perkiraan debit banjir secara empiris seperti *Haspers*, *Weduwen* mempunyai rumus dasar sebagai berikut:

$$Q = \alpha \cdot \beta \cdot q \cdot A \quad (\text{m}^3/\text{det})$$

Dimana : Q = debit maksimum (m³/det)

α = koefisien pengaliran

β = koefisien reduksi

q = curah hujan maksimum, (m³/det/km²)

A = luas daerah pengaliran, (km²)

$$\alpha = \frac{1+0,012.A^{0,7}}{1+0,075.A^{0,7}}$$

$$\beta = 1 + \frac{1}{\frac{t + 3,7 \cdot 10^{-0,4 \cdot t}}{t^2 + 15} \cdot \frac{A^{3/4}}{12}}$$

t = 0,1.L.0,8.(H/L)-0,3 jam

jika t < 2 jam

$$R = \frac{t.R_{24-max}}{t+1-0,0008.(260-R_{24-max}).(2-t)^2}$$

jika 2 jam < t < 19 jam

$$R = \frac{t.R_{24-max}}{t+1}$$

jika 19 jam < t < 30 hari

$$R = 0,707 \cdot R_{24-max} \cdot \sqrt{(t+1)}$$

$$q = R/(3,6.t), (m^3/det/km^2)$$

b) Metode Rasional oleh Weduwen

Metode ini sesuai untuk sungai dengan luas daerah pengaliran kurang dari 100 km². Persamaannya adalah:

$$Q = C \cdot \beta \cdot R \cdot A$$

dimana : Q = debit banjir rancangan (m³/det)

$$\beta = \frac{120 + \frac{f+1}{t+9} \cdot A}{120 + A}$$

t = waktu konsentrasi

$$t = \frac{0,476 \cdot A^{0,375}}{2 \cdot Q^{0,125} \cdot S^{0,25}}$$

$$C = \frac{1 - 4,1}{\beta \cdot R + 7}$$

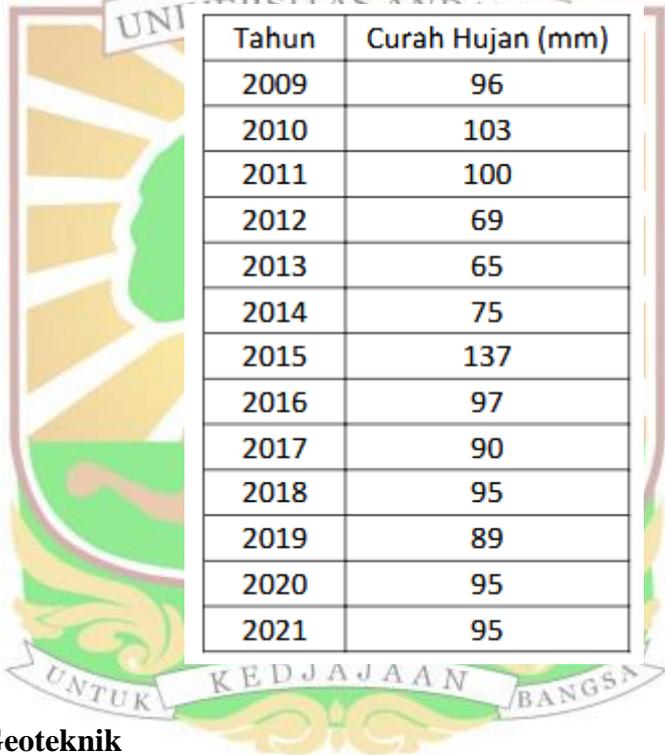
S = kemiringan sungai rata-rata

A = luas daerah pengaliran (km²)

4. Data Curah Hujan Stasiun Santok

Data curah hujan yang digunakan dapat mewakili daerah yang ditinjau dari faktor jarak dan letak posisinya. Data yang diperoleh adalah data curah hujan harian maksimum pada tahun pengamatan. Data berikut diperoleh dari stasiun Santok.

Tabel 3.2. Data Curah Hujan



Tahun	Curah Hujan (mm)
2009	96
2010	103
2011	100
2012	69
2013	65
2014	75
2015	137
2016	97
2017	90
2018	95
2019	89
2020	95
2021	95

3.5.2.3 Geoteknik

3.5.2.3.1 Standar Perencanaan Geoteknik

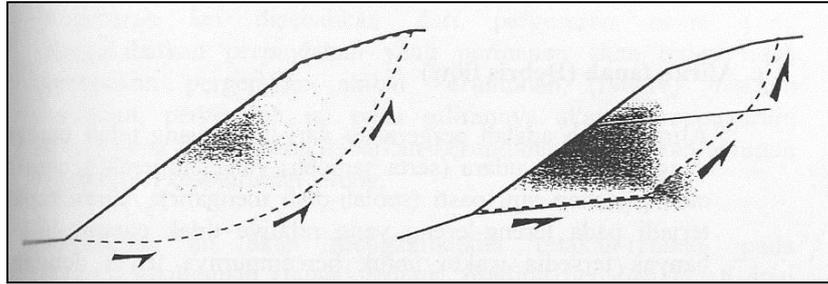
Perencanaan stabilitas lereng dan perbaikan lereng mengacu kepada SNI 8460:2017 Persyaratan Perencanaan Geoteknik.

3.5.2.3.2 Jenis Keruntuhan Pada Lereng

a) Keruntuhan Lereng Keseluruhan

Jenis keruntuhan ini melibatkan hampir seluruh lereng. Pada keruntuhan ini, tidak hanya terjadi pada lapisan yang tertentu dari lereng, tetapi melibatkan badan dari lereng tersebut yang bergeser

secara gravitasi pada bidang geser tertentu.



Gambar 3.3. Keruntuhan Lereng Keseluruhan

b) Gelincir

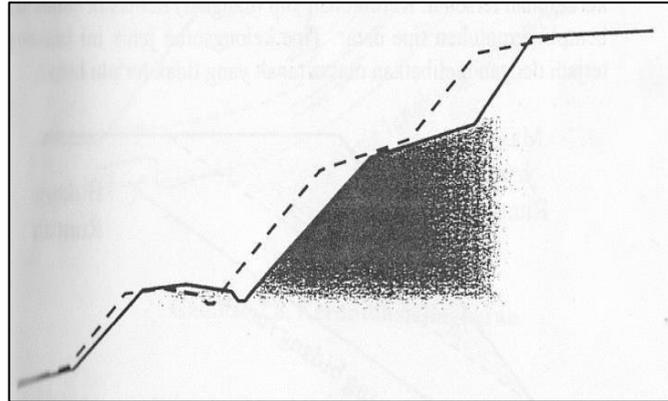
Keruntuhan lereng (utama) dapat diartikan sebagai lereng yang tergelincir, namun umumnya melibatkan keruntuhan lereng yang besar yang memiliki beberapa lereng yang berbeda (bukan hanya satu lereng saja).



Gambar 3.4. Gelincir

c) Pergeseran (*Creep*)

Pergeseran lereng yang terjadi terus menerus ke arah kaki lereng. Pergeseran ini disebabkan dari pergeseran tanah yang mengakibatkan perpindahan yang permanen, akan tetapi, tidak merupakan pergerakan akibat keruntuhan. Pergeseran ini akan mempengaruhi lereng yang dapat mengakibatkan keruntuhan permukaan ataupun keruntuhan keseluruhan lereng.

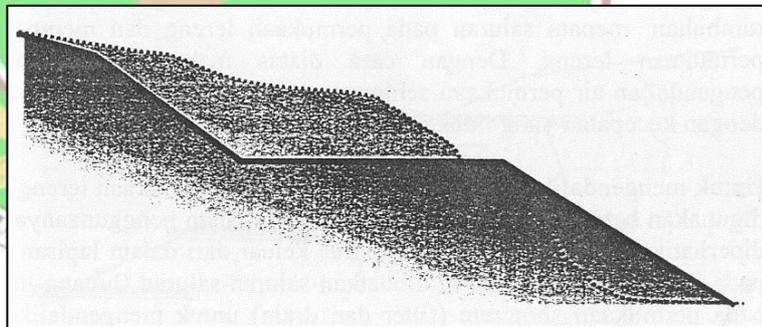


Gambar 3.5. Pergeseran Tanah pada Lereng

3.5.2.3.3 Perkuatan Lereng

a. Pengaturan Geometri Lereng

Mengubah geometri lereng dapat dilakukan dengan cara pemotongan dan penimbunan pada ujung kaki lereng. Metoda penanggulangan kelongsoran ini mempunyai prinsip mengurangi gaya dorong dari massa tanah yang longsor dan menambah gaya penahan dengan cara penimbunan pada ujung kaki lereng, sehingga faktor keamanan lereng bertambah.

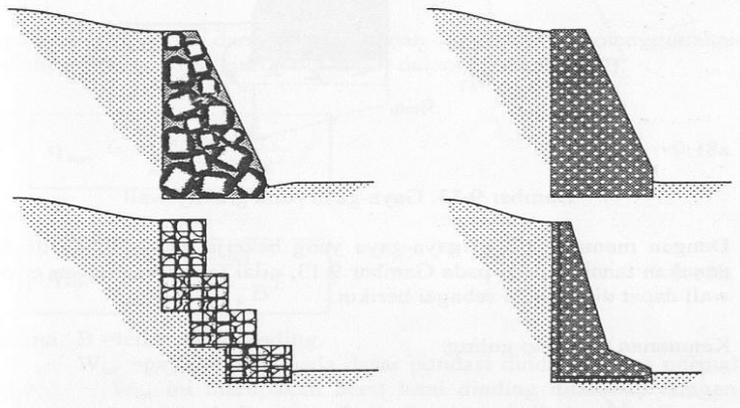


Gambar 3.6. Pemotongan Geometri pada Lereng

b. Gravity Walls

Gravity walls adalah kelompok dinding penahan tanah yang sering digunakan untuk menahan tanah agar tidak longsor. *Gravity walls* bekerja dalam menahan tanah di belakangnya dengan memanfaatkan beratnya. Dengan demikian, semakin berat struktur dinding penahan tanah yang digunakan, semakin besar pula tahanannya.

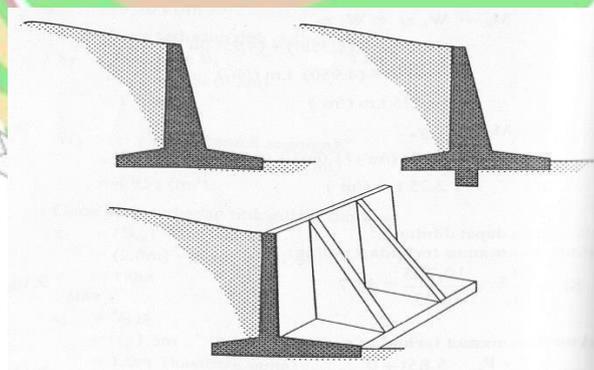
Gravity walls dapat berupa pasangan beton pejal, beton bertulang, atau pasangan batu ikat (bronjong).



Gambar 3.7. Beberapa Jenis *Gravity Walls* yang Umum digunakan

c. Dinding Kantilever (*Cantilever Walls*)

Dinding kantilever adalah jenis penahan tanah yang digunakan untuk menahan tanah dengan ketinggian yang relatif besar. Dinding kantilever bekerja dengan memanfaatkan berat sendiri dan berat tanah timbunan di atas tapak. Dengan demikian, semakin berat struktur dinding dan dimensi tapak di belakang dinding, semakin besar pula tahanannya.



Gambar 3.8. *Cantilever Walls*

3.5.2.3.4Pembebanan

a) Beban Gempa

Pengaruh beban gempa diperhitungkan jika lereng galian dan lereng timbunan direncanakan dan dibangun dekat area pemukiman atau

dibangun dengan kriteria kepentingan strategis yaitu tidak boleh mengalami keruntuhan atau terputusnya jalur transportasi setelah terjadinya gempa rencana. Gempa rencana untuk lereng galian dan timbunan ditetapkan dengan kemungkinan terlewatinya besarannya selama umur rencana 50 tahun adalah 2% atau setara dengan periode ulang 500 tahun dengan mengacu pada peta gempa yang terdapat pada surat edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 12/SE/M/2010. Faktor keamanan minimum yang disyaratkan untuk analisis menggunakan model pseudostatik adalah lebih besar dari 1,1 ($FK > 1,1$) dengan menggunakan koefisien seismik yang didapatkan dari percepatan puncak di permukaan (PGA) dengan penentuan kelas situs dan faktor amplifikasi mengacu pada 12.2.2

b) **Beban Lalu Lintas**

Beban lalu lintas ditambahkan pada seluruh lebar permukaan jalan dan besarnya ditentukan berdasarkan kelas jalan yang diberikan pada Tabel 3.2 SNI 8460 : 2017.

Tabel 3.3. Beban Lalu Lintas untuk Analisis Stabilitas (DPI, 2001) dan Beban diluar Jalan

Kelas Jalan	Beban lalu lintas (kPa)	Beban di luar jalan (*) (kPa)
I	15	10
II	12	10
III	12	10

Keterangan: (*) Beban dari bangunan rumah-rumah sekitar lereng

3.5.2.3.5 Faktor Keamanan

Faktor keamanan lereng yang disyaratkan untuk analisis kestabilan lereng tanah diperlihatkan pada Tabel 25 SNI 8460 : 2017 dengan didasarkan pada pertimbangan biaya dan konsekuensi kegagalan lereng terhadap tingkat ketidakpastian kondisi analisis.

Tabel 3.4. Nilai Faktor Keamanan untuk Lereng Tanah

Biaya dan konsekuensi dari kegagalan lereng	Tingkat ketidakpastian kondisi analisis	
	Rendah ^a	Tinggi ^b
Biaya perbaikan sebanding dengan biaya tambahan untuk merancang lereng yang lebih konservatif	1,25	1,5
Biaya perbaikan lebih besar dari biaya tambahan untuk merancang lereng yang lebih konservatif	1,5	2,0 atau lebih

^aTingkat ketidakpastian kondisi analisis dikategorikan rendah, jika kondisi geologi dapat dipahami, kondisi tanah seragam, penyelidikan tanah konsisten, lengkap dan logis terhadap kondisi di lapangan.

^bTingkat ketidakpastian kondisi analisis dikategorikan tinggi, jika kondisi geologi sangat kompleks, kondisi tanah bervariasi, dan penyelidikan tanah tidak konsisten dan tidak dapat diandalkan.

3.5.2.3.6 Parameter Tanah

Nilai-nilai dari parameter tanah berguna untuk menganalisis hitungan daya dukung pondasi dan penurunan pondasi. Parameter tanah didapatkan dari korelasi empiris dari pengujian tanah CPT dan N Spt. Berikut ini korelasi empiris parameter tanah :

1. Konsistensi Tanah

Terzaghi dan *Peck* (1967) Memberikan deskripsi kualitatif hubungan antara N-SPT dengan kerapatan relatif pada tanah pasir (*sand*) dan nilai konsistensi pada tanah lempung (*clay*).

Tabel 3.5. Deskripsi Kerapatan Relatif Tanah Pasir (*Terzaghi* dan *Peck*, 1967)

N-SPT	Kepadatan Relatif, Dr
0-4	Sangat lepas (<i>very loose</i>)
4-10	Lepas (<i>loose</i>)
10-30	Menengah (<i>medium</i>)
30-50	Padat (<i>dense</i>)
50-60	Sangat padat (<i>very dense</i>)

Tabel 3.6. Varias Korelasi N-SPT dengan Konsistensi Tanah (*Terzaghi dan Peck, 1967*)

N-SPT	Konsistensi
0-2	Sangat lunak (<i>very soft</i>)
2-4	lunak (<i>soft</i>)
4-8	Menengah (<i>medium</i>)
8-15	kaku (<i>stiff</i>)
15-30	Sangat kaku (<i>very stiff</i>)
30-60	Keras (<i>hard</i>)

Berikut ini korelasi nilai q_c dari hasil uji sondir (CPT) terhadap nilai konsistensi tanah pasir berdasarkan *Meyerhof* 1956 dan tanah lempung berdasarkan MELT 1993.

Tabel 3.7. Korelasi Nilai q_c terhadap Konsistensi Tanah Pasir (*Meyerhof, 1956*)

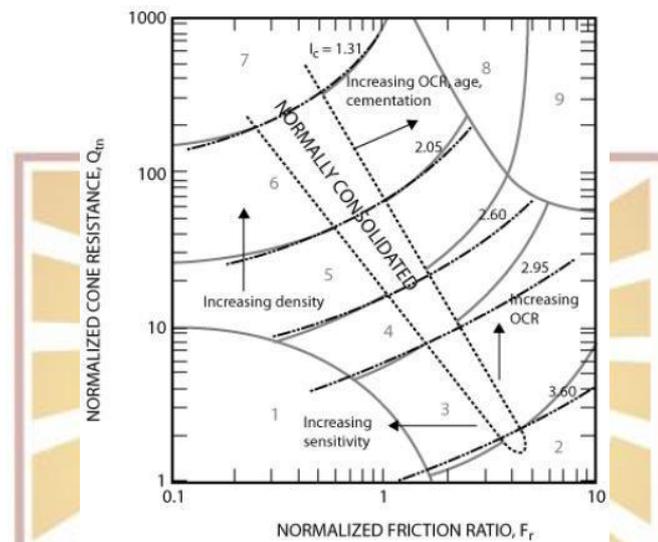
q_c (Mpa)	Konsistensi
<2	Sangat lepas (<i>very loose</i>)
2-4	lepas (<i>loose</i>)
4-12	Padat sedang (<i>medium</i>)
12-20	padat (<i>dense</i>)
>20	Sangat padat (<i>very dense</i>)

Tabel 3.8. Korelasi Nilai q_c terhadap Konsistensi Tanah Lempung (*MELT, 1993*)

q_c (Mpa)	Konsistensi
<3	Lunak (<i>soft</i>)
3-6	kaku (<i>stiff</i>)
>6	keras (<i>hard</i>)

Pada pengujian tanah N-SPT penentuan jenis tanah (*soil profiling*) bisa dilakukan dengan dilihat secara langsung dilapangan (*visual*) dan dengan menggunakan data *Boring Log*.

Pada pengujian CPT penentuan jenis tanah dilakukan dengan menggunakan *soil behavior type* (SBT) *chart*. Grafik SBT yang digunakan berdasarkan *Robertson, (2010)*.



Zone	Soil Behavior Type	I_c
1	Sensitive, fine grained	N/A
2	Organic soil - clay	>3.6
3	Clays - silty clay to clay	2.95 – 3.6
4	Silt mixtures – clayed silt to silty clay	2.6 – 2.95
5	Sand mixture – silty sand to sandy silty	2.05 – 2.6
6	Sand – clean sand to silty sand	1.31 – 2.05
7	Gravelly sand to dense sand	<1.31
8	Very stiff sand to clayey sand	N/A
9	Very stiff, fine grained	N/A

Gambar 3.9. CPT Soil Behavior Type (*Robertson, 2010*)

Nilai I_c merupakan *radius essential* konsentris lingkaran yang mewakili batas antara setiap zona SBT. Nilai I_c didapatkan dari :

$$I_c = ((3.47 - \log Q_t)^2 + (\log Fr + 1.22)^2)^{0.5}$$

Dimana :

Qt = normalisasi tahanan penetrasi konus

$$= (qt - \sigma_{vo}) / \sigma_{vo}$$

Fr = normalisasi friction ratio, dalam satuan %

$$= (fs / (qt - \sigma_{vo})) \times 100\%$$

qt = tahanan konus terkoreksi terhadap tekanan air

$$= qc + u_2 (1+a)$$

qc = bacaan tahanan ujung sondir

u₂ = tekanan air pori ($\gamma_w \times h$)

γ_w = berat jenis air (9.8 kPa)

a = net area ratio determinasi d kalibrasi labor (0.7 sampai 0.85)

fs = nilai bacaan tahanan sisi sondir

σ_{vo} = tekanan total tanah ($\gamma \times h$)

h = kedalaman yang ditinjau

σ'_{vo} = tekanan efektif tanah ($\sigma_{vo} - u_2$)

2. Berat Volume (g)

Korelasi nilai berat volume (g) menggunakan nilai N-SPT untuk tanah pasir (*cohesionless soil*) dan tanah lempung (*cohesive soil*) berdasarkan Whitman & Robert V (1962) adalah sebagai berikut:

Tabel 3.9. Korelasi N-SPT terhadap Berat Volume pada Tanah Pasir (Whitman & Robert V, 1962)

<i>Cohesionless soil</i>				
N	0 – 10	11 - 30	31 - 50	>50
g (kN/m ³)	12 - 16	14 - 18	16 - 20	18 – 23
state	<i>loose</i>	<i>medium</i>	<i>dense</i>	<i>Very dense</i>

Tabel 3.10. Korelasi N-SPT terhadap Berat Volume pada Tanah Lempung (Whitman & Robert V, 1962)

<i>Cohesive soil</i>					
N	>4	4 - 6	6 - 15	15 - 25	>25
g (kN/m ³)	14 - 18	16 - 18	16 - 18	16 – 20	>23
konsistensi	<i>Very soft</i>	<i>Soft</i>	<i>medium</i>	<i>stiff</i>	<i>hard</i>

Burt Look (2007) membuat korelasi antara jenis tanah dengan berat volume, sebagai berikut:

Tabel 3.11. Korelasi Berat Volume dengan Jenis Tanah (Burt Look, 2007)

type	Deskripsi tanah	Range nilai g (kN/m ³)	
		dry	Saturated
Cohesionless	Soft sedimentary	12	18
	(Chalke, shale, siltstone)		
compacted	Hard sedimentary	14	19
	(Conglomeratic, sandstone)		
Broken Rock	Metamorphic	18	20
	Igneous	17	21
cohesionless	Very loose	14	17
	loose	15	18
Sand and gravel	Medium dense	17	20
	Dense	19	21
	Very dense	21	22
cohesionless	Loose		
	Uniformly graded	14	17
	Well graded	16	19
sands	Dense		
	Uniformly graded	18	20
	Well graded	19	21
cohesive	Soft – organic	8	14
	Soft – non organic	12	16
	stiff	16	18
	hard	18	20

Robertson, (2010) membuat korelasi nilai berat volume dengan menggunakan data CPT, sebagai berikut :

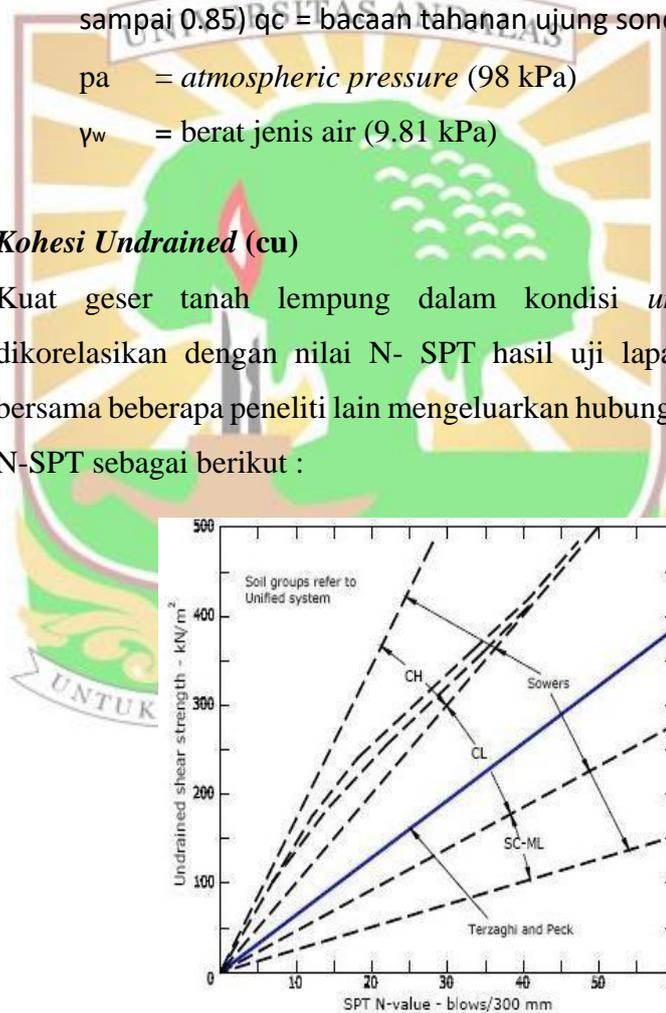
$$\gamma = \left(0.27 (\log R_f) + 0.36 \left(\log \left(\frac{qt}{pa} \right) \right) + 1.236 \right) \gamma_w$$

Dimana :

- γ = berat *volume* tanah
- R_f = *friction ratio* = $(f_s/q_t)100\%$
- f_s = nilai bacaan tahanan sisi sondir
- q_t = tahanan konus terkoreksi terhadap tekanan air
= $q_c + u_2(1+a)$
- q_c = bacaan tahanan ujung sondir
- u_2 = tekanan air pori
- a = *net area ratio* determinasi dari kalibrasi labor (0.7 sampai 0.85)
- q_c = bacaan tahanan ujung sondir
- p_a = *atmospheric pressure* (98 kPa)
- γ_w = berat jenis air (9.81 kPa)

3. *Kohesi Undrained (cu)*

Kuat geser tanah lempung dalam kondisi *undrained* dapat dikorelasikan dengan nilai N- SPT hasil uji lapangan. Terzaghi bersama beberapa peneliti lain mengeluarkan hubungan antara *cu* dan N-SPT sebagai berikut :



Gambar 3.10. N-SPT vs *Cu* (Terzaghi et al.)

Terzaghi dan peck (1967) memberikan hubungan variasi nilai N-SPT dengan nilai kohesi tak terdrainase (*cu*) pada Tabel 3.11. di bawah ini:

Tabel 3.12. Variasi Korelasi N-SPT dengan c_u (Terzaghi & Peck, 1967)

Konsistensi	N	c_u (kN/m ²)
Sangat lunak	0 – 2	<12
Lunak	2 – 4	12 – 25
Sedang	4 – 8	25 – 50
Kaku	8 – 15	50 – 100
Sangat kaku	15 – 30	100 – 200
keras	>30	>200

Robertson (2010) memberikan hubungan korelasi antara nilai tahanan konus (q_c) pada uji sondir dengan nilai c_u , sebagai berikut :

$$c_u = \frac{qt - \sigma_v}{Nkt}$$

Dimana :

qt = tahanan konus terkoreksi terhadap tekanan air
 $= q_c + u_2(1+a)$

q_c = bacaan tahanan ujung sondir

u_2 = tekanan air pori

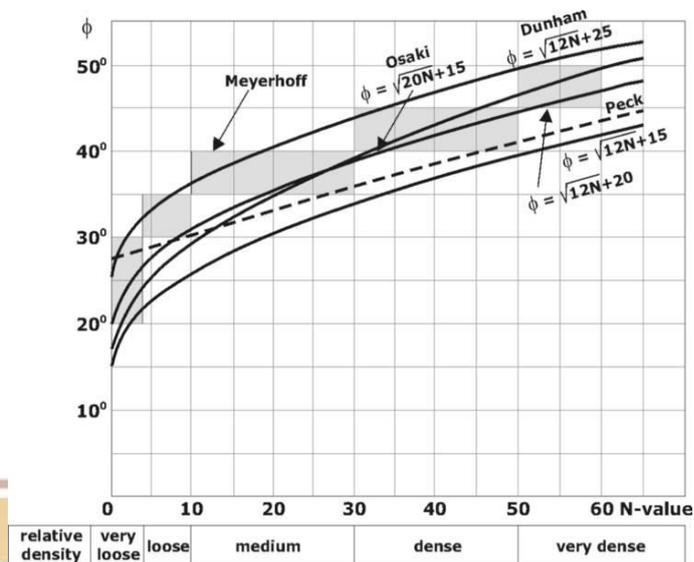
a = *net area ratio* determinasi dari kalibrasi labor (0.7 sampai 0.85)

σ_v = tekanan total tanah

Nkt = *preliminary faktor konus* (16)

4. Sudut Geser Tanah (ϕ)

Peck (1996) memberikan persamaan dan grafik korelasi antara nilai N-SPT dengan sudut geser dalam (ϕ) untuk tanah pasir. Grafik dan persamaan korelasi dapat dilihat pada Gambar 3.9. sebagai berikut :



Gambar 3.11. N-SPT vs f (Peck et al.)

Robertson dan Campanella (1983) menyarankan korelasi terhadap sudut gesir (f) dengan menggunakan data sondir (CPT), sebagai berikut :

$$\phi = \text{Atan} \left(\left(\frac{1}{2.68} \right) \left(\log \left(\frac{qc}{\sigma'_{vo}} \right) + 0.29 \right) \right) \times \frac{180}{\pi}$$

Dimana:

qc = tahanan ujung konus

σ'_{vo} = tekanan efektif tanah

5. Elastisitas Tanah (E)

Peck (1974) menyarankan korelasi terhadap elastisitas tanah pasir (E') dengan menggunakan nilai N-SPT dan Duncan & Buchignani (1976) menyarankan korelasi terhadap elastisitas tanah lempung (Eu) dengan menggunakan nilai kohesi (cu), sebagai berikut :

Pasir $E' (kPa) = (800 - 1200)NSPT$ (Peck,1974)

Lempung $Eu (kPa) = (150 - 500)cu$ (Duncan Buchignani,1976)

$$E' (kPa) = 0.8 Eu$$

Robertson (2010) menyarankan korelasi antara nilai q_c pada pengujian CPT dengan nilai modulus elastisitas tanah (E), sebagai berikut :

$$E = 0.015 (10^{(0.55 I_c + 1.68)}) \times (q_t - \sigma_{vo})$$

Dimana :

I_c = *radius essential* konsentris lingkaran yang mewakili batas antara setiap zona SBT

$$((3.47 - \log Q_t)^2 + (\log Fr + 1.22)^2)^{0.5}$$

q_t = tahanan konus terkoreksi terhadap tekanan air

$$q_c + u_2(1+a)$$

σ_{vo} = Tekanan total tanah

6. Poisson's Ratio (m)

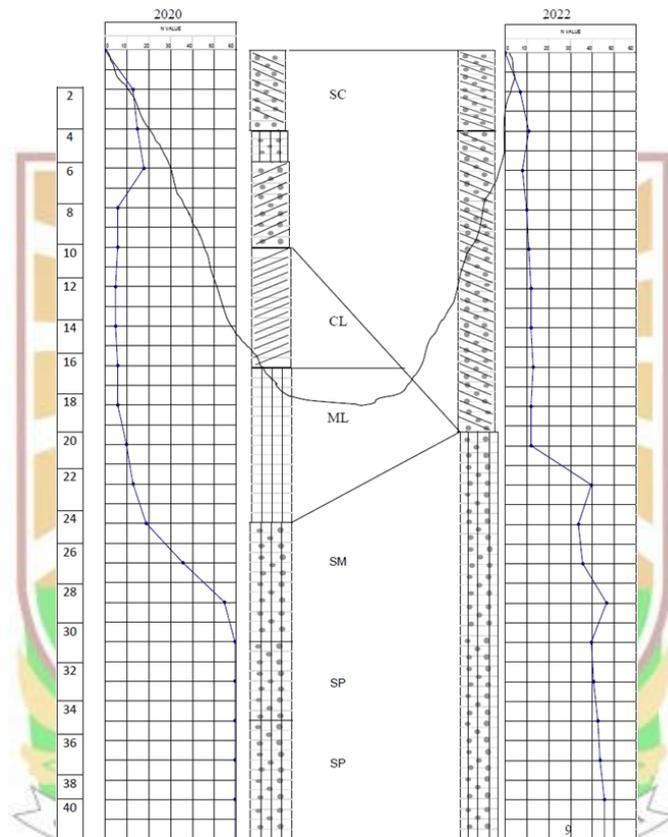
Bowles *et al* menyarankan nilai *poisson's ratio* pada material tanah adalah sebagai berikut:

Tabel 3.13. Nilai *Poisson's Ratio* pada Material Tanah (Bowles, 1986)

Material	<i>Poisson's ratio</i> (m)
Lempung (<i>undrained</i>)	0.35 - 0.5
Clay (<i>drained</i>)	0.35 - 0.4
Pasir padat (<i>dense sand</i>)	0.3
Pasir lepas (<i>loose sand</i>)	0.3

7. Analisa Soil Investigasi

Dalam Pekerjaan DED Rekonstruksi Jalan Terban Ruas Jalan Lubuk Basung – Sungai Limau (P.072) KM 133+800, tim juga telah melakukan investigasi tanah dengan metoda CPT atau Sondir. Pengambilan data dilakukan 2 titik pada sisi abutment jembatan data yang dihasilkan adalah sebagai berikut :



Gambar 3.12. Pengujian CPT (Titik 1 & 2) dan Data Bor Log

3.5.3 Perhitungan Volume

Untuk perhitungan volume akan dihitung jumlah pekerjaan pada tiap bagian dengan masing-masing kontrak pelaksanaannya dan diringkas dalam beberapa pekerjaan. Biaya konstruksi untuk pekerjaan jalan terbagi dalam beberapa divisi pekerjaan, yaitu:

- Divisi 1 - Umum
- Divisi 2 - Drainase

- Divisi 3 - Pekerjaan Tanah dan Geosintetik
- Divisi 4 - Pekerjaan Preventif
- Divisi 5 - Pekerjaan Perkerasan Berbutir dan Perkerasan Beton
Semen
- Divisi 6 - Perkerasan Aspal
- Divisi 7 - Struktur
- Divisi 8 - Rehabilitasi Jembatan
- Divisi 9 - Pekerjaan Harian dan Pekerjaan Lain-lain
- Divisi 10 - Pekerjaan Pemeliharaan Kinerja

3.5.4 Perkiraan Biaya

Dalam perhitungan perkiraan biaya yang tepat dan sesuai maka harus menyiapkan analisa harga satuan dari setiap jenis pekerjaan berdasarkan faktor- faktor : material, peralatan, sosial, pajak, overhead, keuntungan dan pengawasan yang didapat dari keterangan-keterangan daerah setempat. Perkiraan yang didapat dari analisa ini dibandingkan dengan kegiatan-kegiatan sebelumnya atau pekerjaan - pekerjaan sejenis di daerah itu, bila terjadi perbedaan maka harus dicari sebabnya dan diadakan penelitian kembali hingga didapatkan harga yang sesuai untuk pekerjaan tersebut.

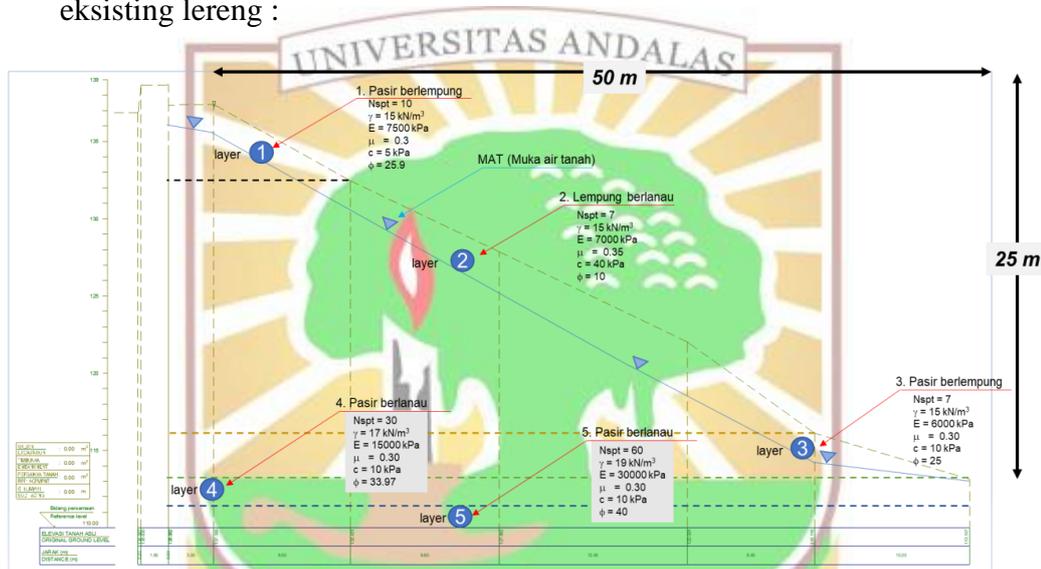
Perkiraan biaya pembebasan tanah (ROW) harus dibuat berdasarkan harga satuan yang ditentukan oleh pemerintah untuk setiap jenis penggunaan tanah. Konsultan harus mengumpulkan informasi untuk rencana pelaksanaan sehingga dapat memperkirakan kemampuannya dalam melaksanakan pekerjaan tersebut dan selanjutnya memberikan saran bagaimana cara yang terbaik untuk melaksanakan pekerjaan fisik tersebut.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Stabilitas

4.1.1. Kondisi Eksisting Lereng

Kondisi eksisting lereng pada saat ini telah terjadi kelongsoran. Penyebab kelongsoran pada lokasi ini karena tingginya curah hujan, besarnya sudut kemiringan lereng dan kondisi tanah pada lereng. Berikut ini adalah kondisi eksisting lereng :



Catatan: (1) ketebalan layer dan posisi air tanah hanya asumsi. (2) parameter tanah didapatkan dari korelasi empiris

Gambar 4.1. Eksisting Lereng

Pada lereng di atas, kondisi lereng pada saat jenuh sehingga terdapat air pada lereng. Data tanah pada lereng berupa pengobaran N SPT (Lampiran). Data tanah yang diperlukan untuk analisis lereng menggunakan korelasi empiris terhadap nilai N SPT. Berikut ini parameter tanah yang digunakan untuk analisis stabilitas lereng :

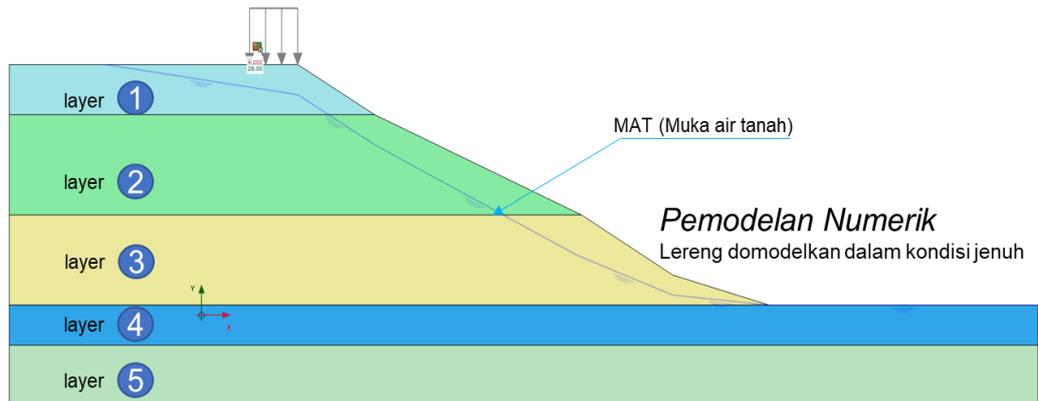
Tabel 4.1. Parameter Tanah pada Lereng

Lapisan Tanah	Jenis Tanah	N-SPT	g	E	n	c	f
			kN/m ³	kN/m ²		kN/m ²	°
Layer 1	pasir berlempung	10	15	7500	0.3	5	25.9
Layer 2	lempung berlanau	15	15	7000	0.35	40	10
Layer 3	pasir berlempung	7	15	6000	0.3	10	25
Layer 4	pasir berlanau	30	17	15000	0.3	10	33.97

Berikut ini adalah langkah – langkah yang dilakukan pada analisis stabilitas lereng :

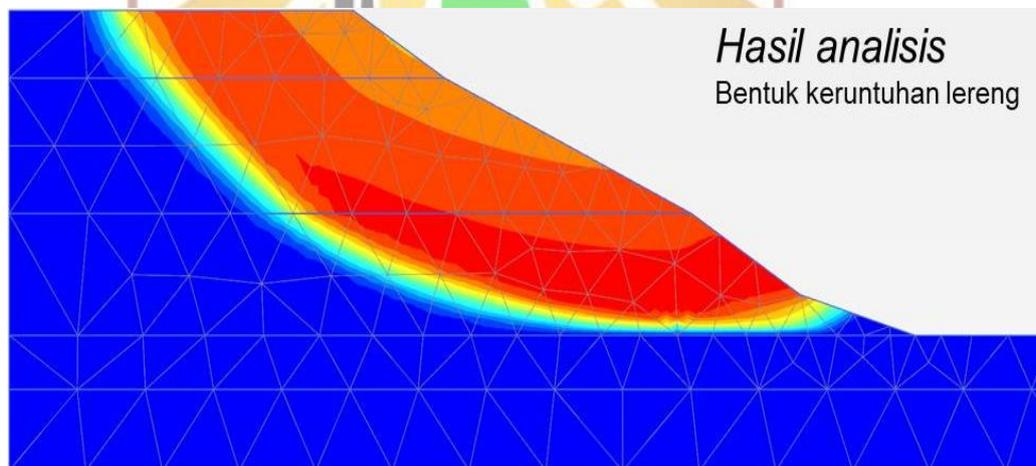
- **Pemodelan Numerik**

Analisis stabilitas lereng pada kondisi eksisting menggunakan metoda numerik. Tanah dimodelkan sebagai material *mohr coulomb*. Berikut ini pemodelan lereng dengan metoda numerik :



Gambar 4.2. Pemodelan Numerik Kondisi Eksisting

Dari pemodelan diatas, didapatkan hasil analisis sebagai berikut:



Gambar 4.3. Bentuk Keruntuhan Lereng Kondisi Eksisting

Pada hasil analisis di atas didapatkan faktor keamanan lereng pada kondisi eksisting 1.01. dapat disimpulkan bahwa lereng tidak aman, karena faktor keamanan minimum yang disyaratkan oleh SNI 8460:2017 adalah 1.25 – 1.50.

4.1.2. Lereng dengan Perbaikan

Perbaikan lereng dilakukan dengan berbagai kombinasi, seperti dengan melakukan penggantian tanah permukaan lereng, pembuatan trap, pemasangan geotekstil dan dinding penahan tanah (DPT) pada dasar lereng. Perbaikan tanah tersebut bertujuan untuk meningkatkan nilai faktor keamanan lereng. Berikut ini adalah langkah langkah pada analisis lereng dengan menggunakan perbaikan :

- Pemodelan numerik lereng dengan menggunakan perbaikan

Untuk memastikan tahapan konstruksi yang sesuai dengan kondisi lapangan, Pemodelan lereng pada kondisi eksisting ditambahkan (dilandjutkan) kondisi perbaikan. Berikut ini adalah langkah langkah pekerjaan (tahapan konstruksi) :

a. Lereng Kondisi Eksisting

Berdasarkan analisis sebelumnya, Lereng pada kondisi eksisting terjadi keruntuhan, karena nilai faktor keamanan kecil dari yang disyaratkan.

b. Pembuatan Penggalan Trap pada Eksisting

Terdapat tiga buah trap dari puncak lereng sampai dasar lereng. Pembuatan galian trap pada eksisting dimulai dari puncak lereng.

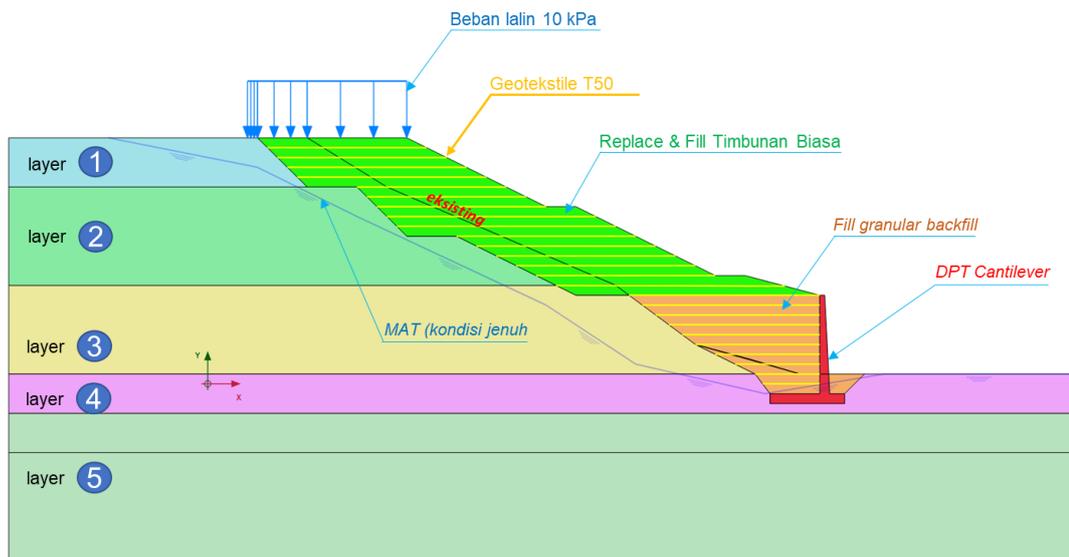
c. Pembuatan Dinding Penahan Tanah *Cantilever*

Stabilitas dinding penahan tanah dilakukan pengecekan empiris terlebih dahulu, tujuannya adalah untuk memastikan dimensi dinding penahan tanah (preliminary) dan untuk mendesain tulangan dinding penahan tanah. Mutu beton dinding penahan tanah menggunakan $f'c$ 30 MPa.

d. Timbunan Tanah dengan *Geotekstile*

Pada posisi di belakang DPT, digunakan jenis tanah timbunan granular sirtu. Granular sirtu bertujuan untuk meloloskan air ke luar DPT. Tanah timbunan yang berada di luar area DPT digunakan timbunan biasa. Pada masing masing layer timbunan (per 1 m) menggunakan geotekstile *Tult* 50 kN/m. Penggunaan geotekstile berfungsi untuk mereduksi perpindahan tanah dan meningkatkan stabilitas tanah.

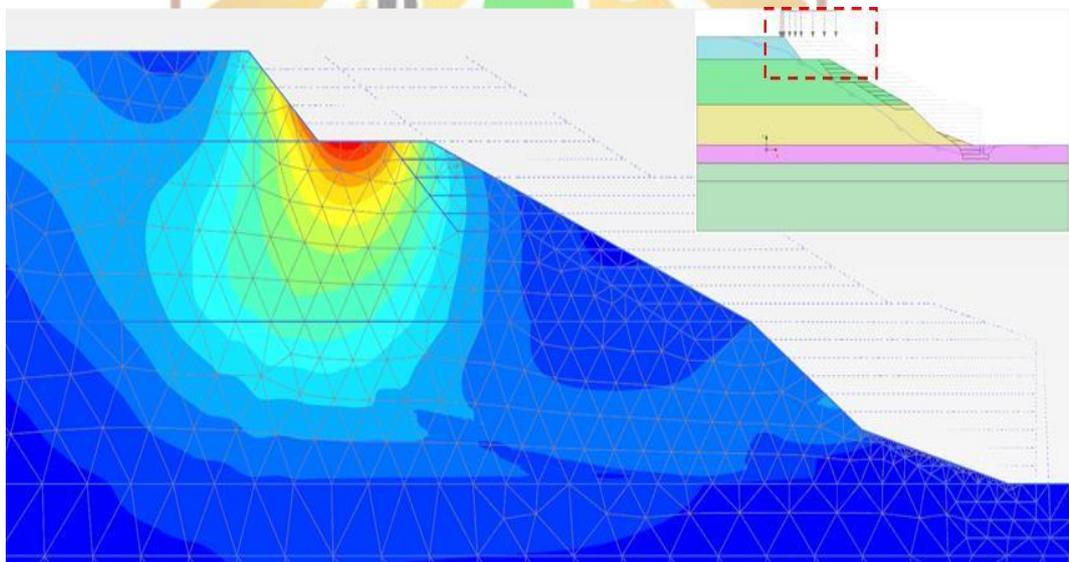
Berikut ini adalah pemodelan numerik dengan kondisi lereng sudah dilakukan perbaikan :



Gambar 4.4. Pemodelan Lereng Kondisi Perbaikan

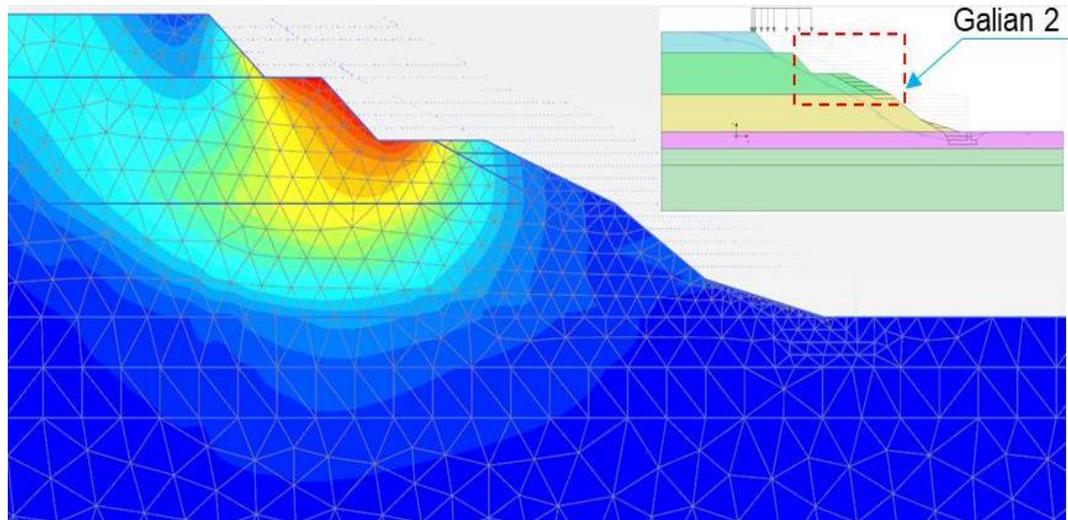
Berikut ini adalah hasil analisis lereng pada masing masing tahapan konstruksi :

1. Galian Trap Tahap 1



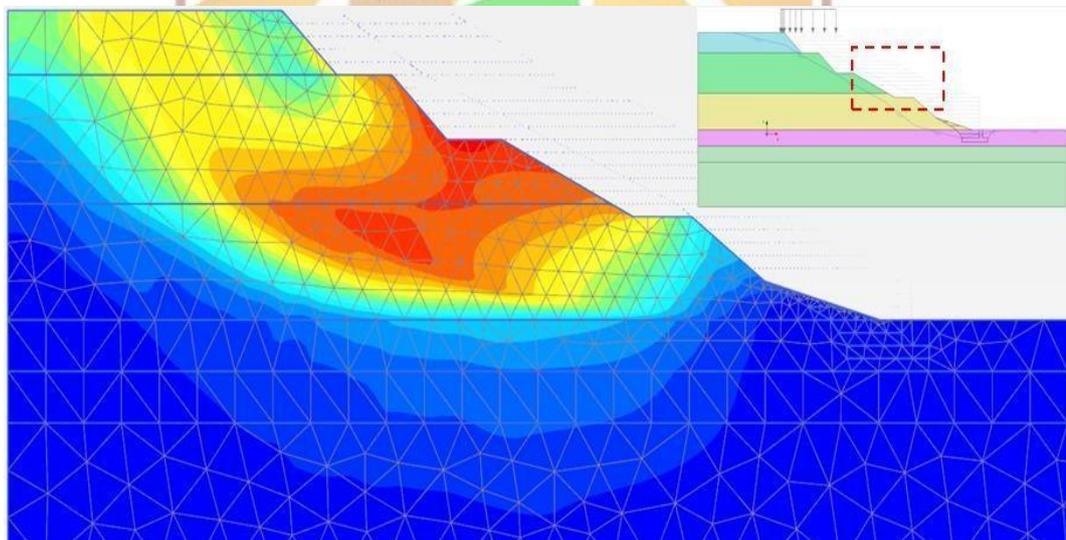
Gambar 4.5. Hasil Galian Trap Tahap 1

2. Galian Trap Tahap 2



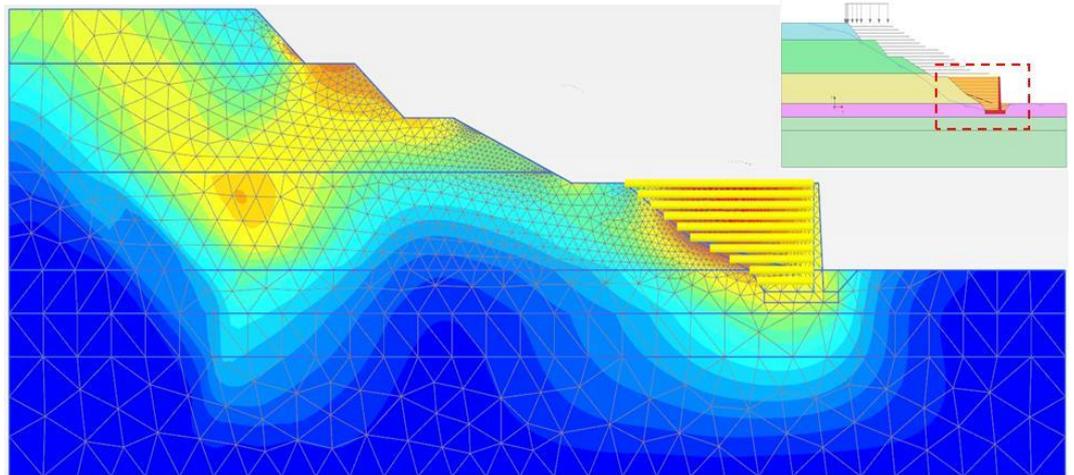
Gambar 4.6. Hasil Galian Trap Tahap 2

3. Galian Trap Tahap 3



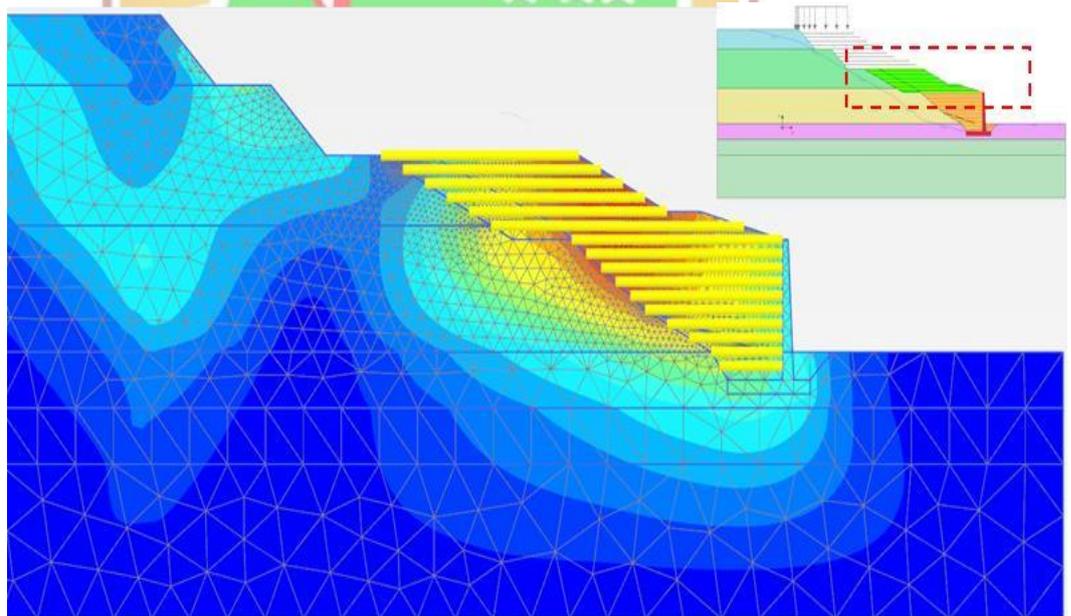
Gambar 4.7. Hasil Galian Trap Tahap 3

4. Timbunan Belakang DPT dan Geotekstil



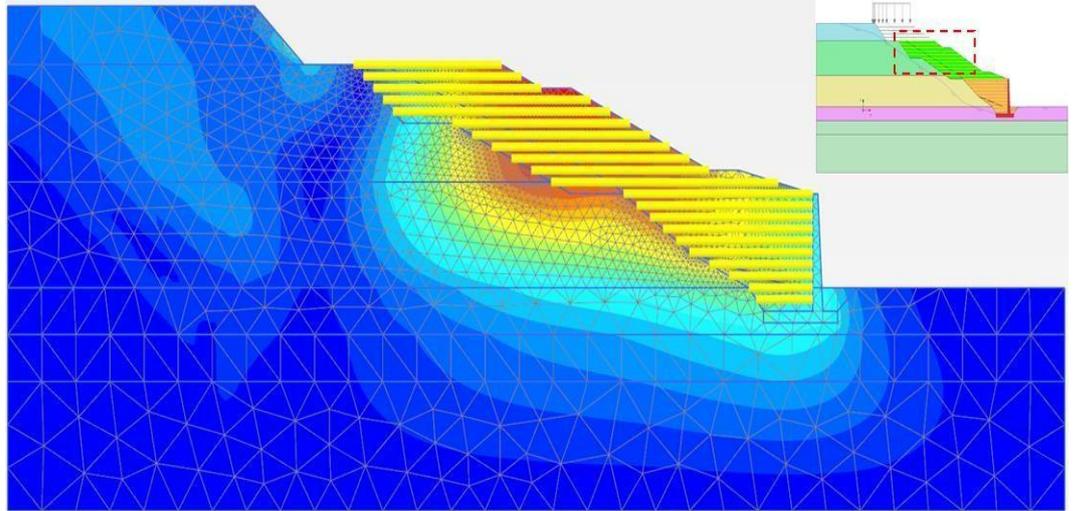
Gambar 4.8. Hasil Analisis pada Tahap Timbunan DPT dan Geotekstil

5. Timbunan Tahap 1 di atas DPT



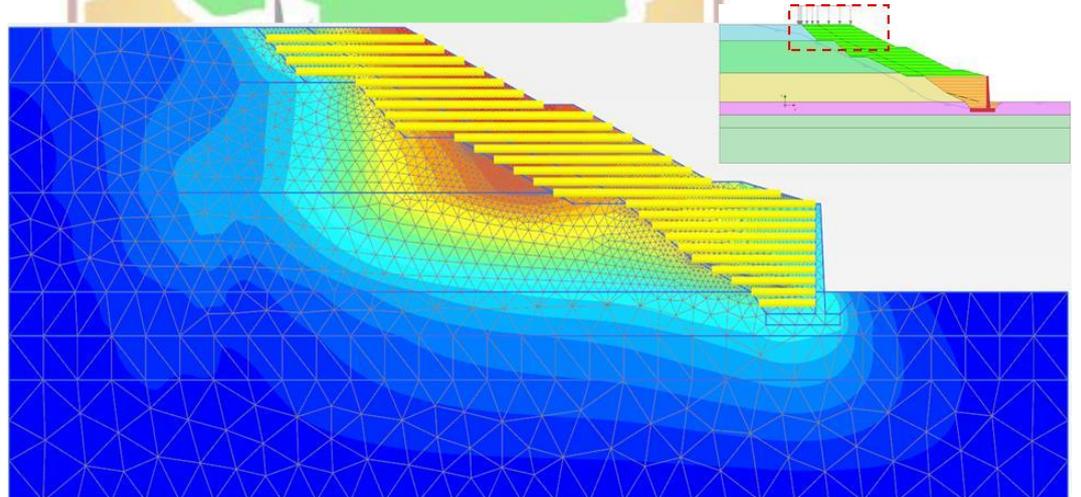
Gambar 4.9. Hasil Analisis pada Tahap 1 Timbunan di atas DPT

6. Timbunan Tahap 2



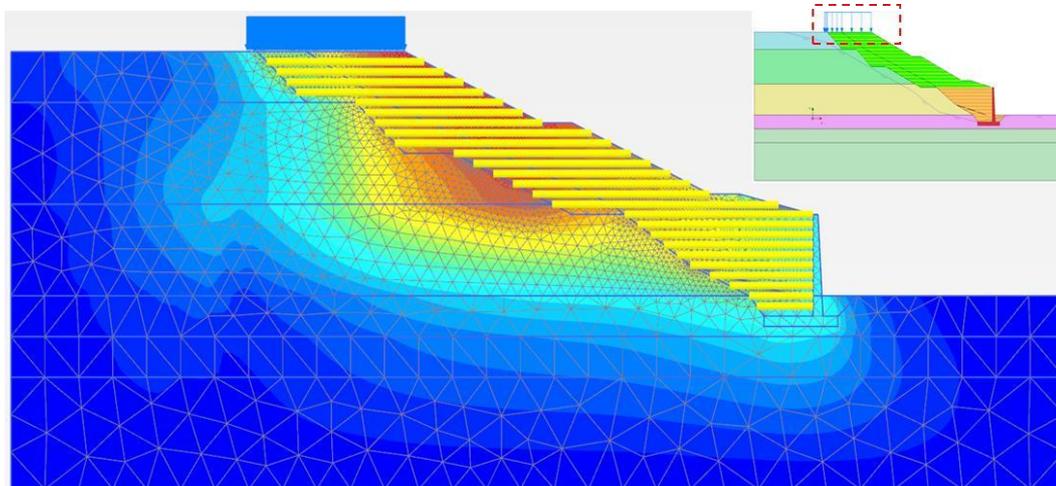
Gambar 4.10. Hasil Analisis pada Tahap Timbunan 2

7. Timbunan Tahap 3



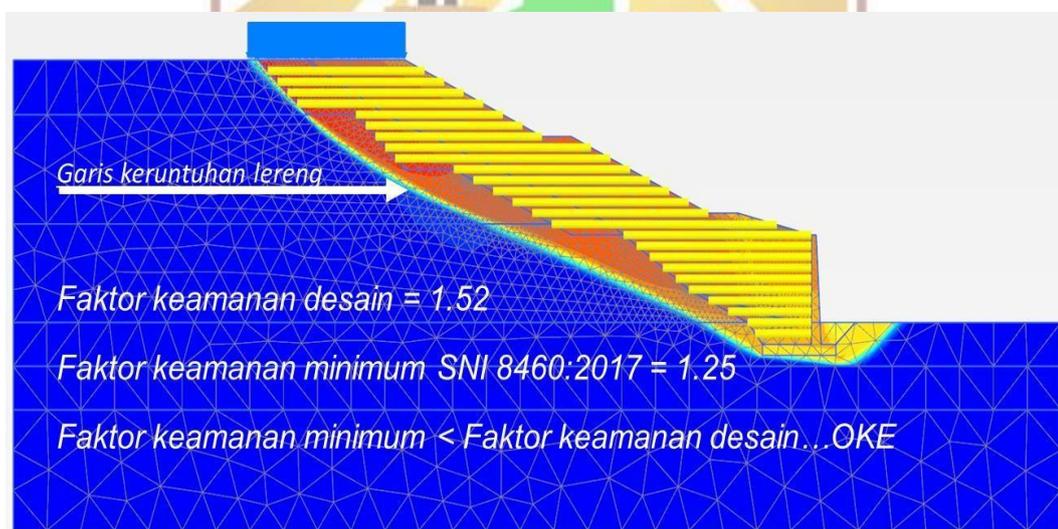
Gambar 4.11. Hasil Analisis pada Tahap Timbunan 3

8. Timbunan Final dan Pembebanan Lalu Lintas



Gambar 4.12. Hasil Analisis pada Tahap Masa Layan

Bentuk keruntuhan lereng dan faktor keamanan pada masa layan (masa pemakaian) adalah sebagai berikut:

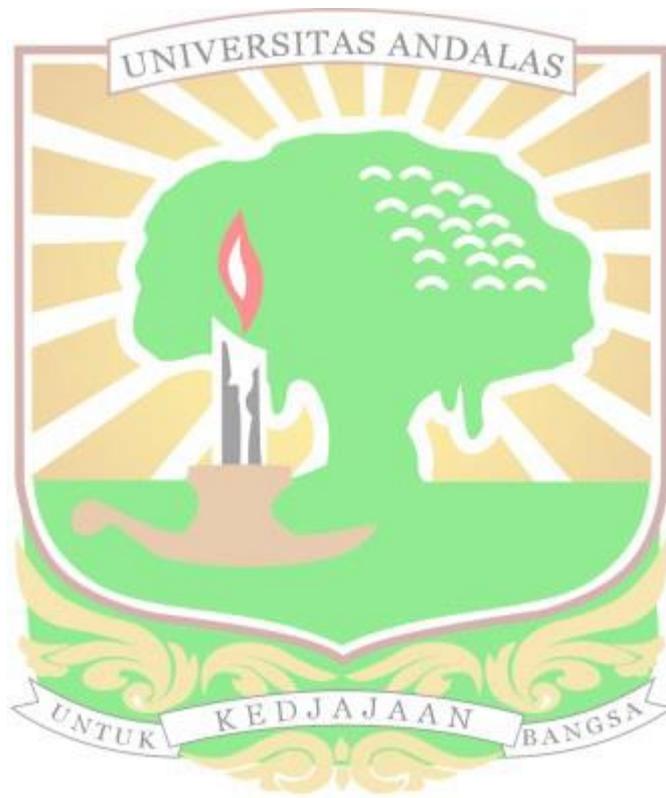


Gambar 4.13. Hasil Analisis Bentuk Keruntuhan Lereng pada Masa Layan

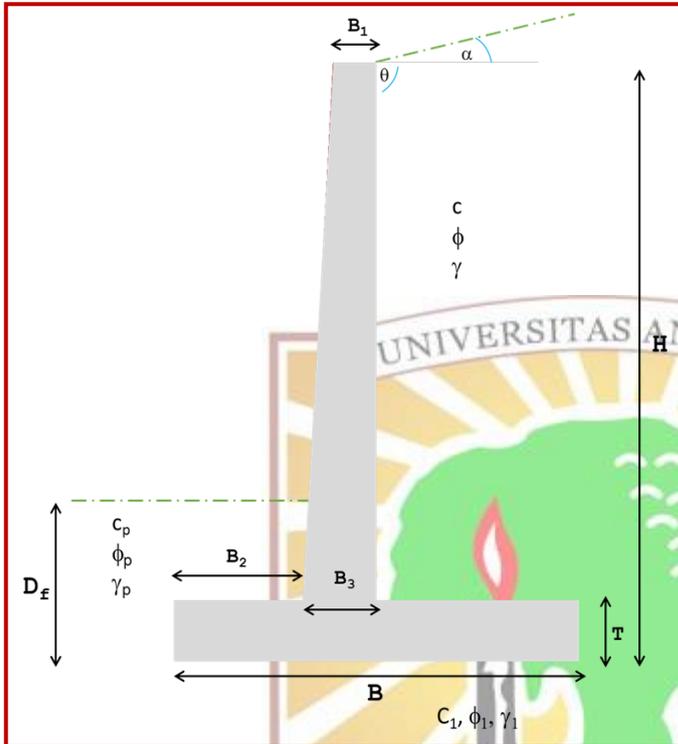
Dari hasil analisis di atas, didapatkan faktor keamanan lereng setelah dilakukan perbaikan adalah sebesar 1.52, lereng dikatakan stabil karena faktor keamanan yang didapatkan lebih besar dari faktor keamanan minimum 1.25 (SNI 8460:2017).

4.1.3. Dinding Penahan Tanah Kantilever

Berikut ini dilakukan pengecekan stabilitas DPT secara empiris. Dinding penahan tanah harus stabil terhadap guling, geser dan daya dukung.



ANALISIS STABILITAS DINDING PENAHAN TANAH TYPE CANTILEVER



Dimensi Dinding Penahan

Tinggi Tanah (DPT)	H =	11	m
Tinggi Pasif	D_f =	1	m
Lebar bawah	B =	6	m
Lebar atas	B_1 =	0.5	m
Lebar depan	B_2 =	1.5	m
Lebar Badan Tebal	B_3 =	1	m
Tebal	T =	1.5	m
berat jenis beton	γ =	24	kN/m ³

Parameter Tanah

timbunan belakang DPT	=	Granular	
cohesi	c =	0	kN/m ²
berat volume tanah	γ =	17	kN/m ³
sudut geser	ϕ =	33	°
kemiringan backfill	α =	0	°
kemiringan Dinding	θ =	90	°

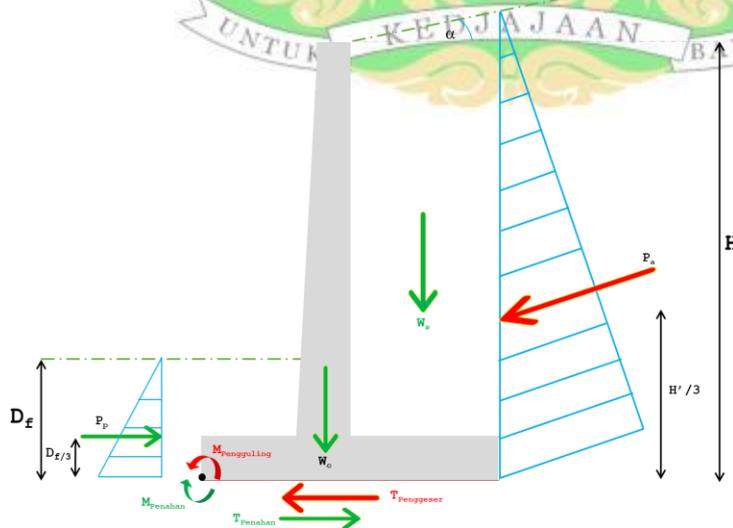
Timbunan depan DPT	=	timbunan biasa	
berat volume tanah	γ_p =	15	kN/m ³

sudut geser	ϕ_1 =	33	°
berat volume tanah	γ_1 =	17	kN/m ³

Pembebanan (strip loading)

Surcharge load	q =	0	kN/m ²
lebar beban	a =	0	m
jarak ke DPT	b =	0	m

Gaya Gaya pada Dinding Penahan Tanah (DPT)



1 Menghitung tekanan tanah aktif (di belakang DPT)

where $\psi_a = \sin^{-1}(\sin\alpha/\sin\phi) - \alpha + 2\theta$
 koefisien tekanan tanah aktif (Rankine)

$$K_a = \frac{\cos(\alpha - \theta)\sqrt{1 + \sin^2\phi' - 2\sin\phi' \cos\psi_a}}{\cos^2\theta(\cos\alpha + \sqrt{\sin^2\phi' - \sin^2\alpha})}$$

Tekanan tanah aktif $P_a = 1/2 \gamma H^2 K_a - (2c(K_a + H^{0.5}))$
 Tekanan tanah aktif bidang lurus $P_h = P_a \cos \alpha$
 garis kerja P_a dari dasar DPT $y_a = 1/3 H$

$\psi_a = 3.141592654^\circ$
 $K_a = 0.30$
 $P_a = 304.51 \text{ kN/m}$
 $P_h = 304.51 \text{ kN/m}$
 $y_a = 3.67 \text{ m}$

2 Menghitung Tekanan tanah pasif (di depan DPT)

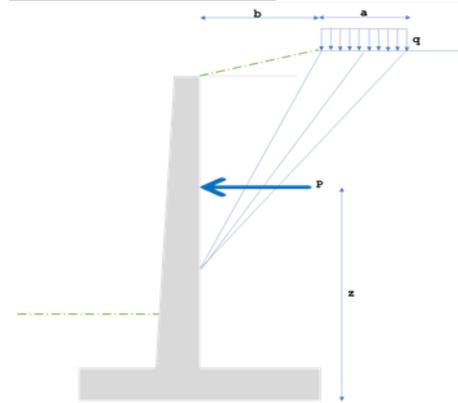
Koefisien tanah pasif (rankine) $K_p = \tan^2(45 + \phi/2)$

Tekanan tanah pasif $P_p = 1/2 \gamma_p D_f^2 K_p + (2c(K_p D_f^{0.5}))$

garis kerja P_p dari dasar DPT $y_p = 1/3 D_f$

$K_p = 2.77$
 $P_p = 76.17 \text{ kN/m}^2$
 $y_p = 0.33 \text{ m}$

3 Tekanan Tanah akibat beban



BM DAS 7th (Jarquio, 1981)

dimana: $\theta_1 = \tan^{-1}(1/H)$

$\theta_2 = \tan^{-1}(a+b/H)$

Tekanan tanah akibat beban $P = q/90 (H(\theta_2 - \theta_1))$

Mencari garis kerja P dari dasar DPT

Dimana : $R = (a+b)^2 (90 - \theta_2)$

$Q = b^2 (90 - \theta_1)$

garis kerja P dari dasar DPT

$$\bar{z} = H - \left[\frac{H^2(\theta_2 - \theta_1) + (R - Q) - 57.3a'H}{2H(\theta_2 - \theta_1)} \right]$$

$\theta_1 = 5.19^\circ$
 $\theta_2 = 0.00^\circ$
 $P = 0.00 \text{ kN/m}^2$
 $R = 0.00$
 $Q = 0.00$
 $H' = 11.00$
 $z = 5.50 \text{ m}$

4 Stabilitas Akibat Guling (Overturning)

a M_{penahan}

No	Struktur	Lengan moment	Luas	Berat	Moment
		m	m ²	kN	kN.m
1	DPT	2.25	4.75	114.00	256.50
2	DPT	3.00	9.00	216.00	648.00
3	DPT	1.83	2.38	57.00	104.50
4	Soil	4.25	33.25	565.25	2402.31

total berat $\Sigma w = 952.25 \text{ kN}$
 $\Sigma M_{\text{penahan}} = 3411.31 \text{ kN.m}$

b $M_{\text{pengguling}}$

moment pengguling pada tekanan tanah aktif

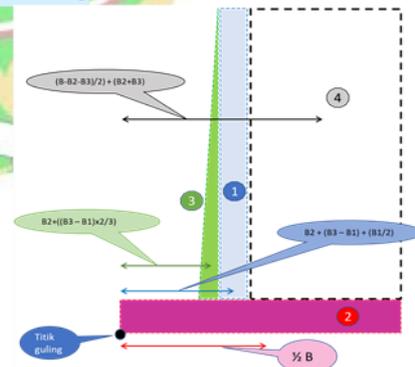
moment pengguling akibat beban surcharge

$\Sigma M_{\text{pengguling}} = 1116.54 \text{ kN.m}$

c Cek stabilitas guling (overturning)

$SF = \Sigma M_{\text{penahan}} / \Sigma M_{\text{pengguling}}$

$SF_{\text{guling}} \text{ Minimum (SNI 8460:2017)} = 2$



$M_{\text{pengguling } 1} = 1116.54 \text{ kN.m}$
 $M_{\text{pengguling } 2} = 0.00 \text{ kN.m}$

$SF_{\text{guling}} = 3.06$
 cek = OKE

5 Stabilitas Terhadap Geser (Sliding)

a Tahanan geser pada dasar pondasi

DPT-Soil friction angle (0.75 ϕ)

$T_{\text{tahanan}} = (\sum W \tan \delta + c B) + P_p$

$\delta = 24.75^\circ$
 $T_{\text{tahanan}} = 515.16 \text{ kN/m}^2$

b Gaya penggeser

$T_{\text{penggeser}} = P_h + P$

$T_{\text{penggeser}} = \text{---} \text{ kN/m}^2$

c Cek stabilitas guling (overturning)

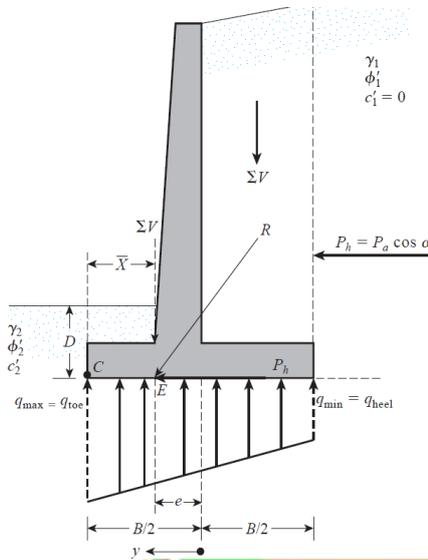
$SF_{\text{geser}} = SF_{\text{tahanan}} / SF_{\text{penggeser}}$

$SF_{\text{geser}} = 1.69$

$SF_{\text{geser Minimum (SNI 8460:2017)}} = 1.5$

cek = OKE

6 Stabilitas Terhadap daya Dukung (Bearing Capacity)



M_{net}	=	2294.77	kN.m
X	=	2.41	m
e	=	0.59	m
esentrisitas			
tegangan max	q_{max}	=	252.37 kN/m ²
tegangan minimum	q_{min}	=	65.04 kN/m ²
tekanan tanah	q	=	17.00 kN/m ²
lebar efektif	B'	=	4.82 m
Faktor daya dukung	N_c	=	33.00
Faktor daya dukung	N_q	=	38.60
Faktor daya dukung	N_γ	=	26.10
Faktor bentuk	F_{qd}	=	1.06
Faktor bentuk	F_{cd}	=	1.06
Faktor bentuk	F_{yd}	=	1.00
Faktor bentuk	ψ	=	0.31
Faktor bentuk	$F_{ci} = F_{qi}$	=	0.99
Faktor bentuk	F_{yi}	=	0.98

Daya dukung Ultimate $q_u = c'_2 N_c F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma_2 B' N_\gamma F_{yd} F_{yi}$ $q_u = 1772.08 \text{ kN/m}^2$

Faktor keamanan terhadap daya dukung (qu/qmax)

$SF_{\text{daya dukung}} = 7.02$

$SF_{\text{daya dukung (SNI 8460:2017)}} = 3$

cek = OKE

7 Rekapitulasi Nilai Faktor Keamanan

Stabilitas	SF _{desain}	SF _{min} (SNI 8460)	cek
Guling	3.06	2.0	OKE
geser	1.69	1.5	OKE
daya dukung	7.02	3.0	OKE

8 Gaya gaya Hitungan Tulangan DPT

a. Gaya tekanan aktif timbunan, P

$$P_1 = \frac{1}{2} 0.5H (\gamma \cdot 0.5H \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a})$$

$$P_1 = 76.13 \text{ kN/m}$$

Garis kerja P1 dari dasar dinding terletak pada:

$$y_1 = \frac{1}{3} 0.5H$$

$$y_1 = 1.83 \text{ m}$$

b Gaya tekanan tanah aktif, Pa

Garis kerja Pa dari dasar dinding terletak pada

$$P_a = 304.51 \text{ kN/m}$$

$$y_a = 3.67 \text{ m}$$

c gaya berat sendiri dinding dan tanah

berat tapak belakang $W_c = \gamma_c (b_{heel}) T$

$$W_c = 126 \text{ kN}$$

berat tanah diatas telapak

$$W_s = 565.25 \text{ kN}$$

berat total

$$W_t = 691.25 \text{ kN}$$

garis kerja titik tapak belakang $x_1 = \frac{1}{2} B_{heel}$

$$x_1 = 1.75 \text{ m}$$

garis kerja titik tapak depan $x_2 = \frac{1}{2} B_{heel} + b_1$

$$x_2 = 2.25 \text{ m}$$

d Berat badan dinding tegak 1

$$W_{up1} = 114.00 \text{ kN}$$

garis kerja terhadap titik kaki depan 1

$$x_{t1} = 2.25 \text{ m}$$

Berat badan dinding tegak 2

$$W_{up2} = 57.00 \text{ kN}$$

garis kerja terhadap titik kaki depan 2

$$x_{t2} = 1.83 \text{ m}$$

e Momen pada dinding

$$M_f = P (y_1)$$

$$M_f = 139.568 \text{ kN.m}$$

$$M_b = P_a (y_a)$$

$$M_b = 1116.543 \text{ kN.m}$$

$$M_h = W \cdot x_1$$

$$M_h = 1209.688 \text{ kN.m}$$

$$M_t = W \cdot x_2 + W_{up1} \cdot x_{t1} + W_{up2} \cdot x_{t2}$$

$$M_t = 1916.313 \text{ kN.m}$$

f gaya geser pada dinding

$$T_f = P_1$$

$$T_f = 76.128 \text{ kN}$$

$$T_b = P_a$$

$$T_b = 304.512 \text{ kN}$$

$$T_h = W$$

$$T_h = 691.250 \text{ kN}$$

$$T_t = W + W_t1 + W_t2 + W_t3$$

$$T_t = 952.250 \text{ kN}$$

9 Hitungan Tulangan DPT

a Perhitungan Tulangan Dinding Tegak

mutu beton

$$f'_c = 30 \text{ MPa}$$

mutu baja

$$f_y = 420 \text{ MPa}$$

lebar memanjang

$$b' = 1000 \text{ mm}$$

lebar atas (b1) + lebar bawah (b3)

$$b_f = 1500 \text{ mm}$$

$$d = 1450 \text{ mm}$$

$$\beta_1 = 0.85$$

$$M_u = 1116.543 \text{ kN.m}$$

$$M_u = 1116542759.39 \text{ N.mm}$$

$$\rho = 0.001601646$$

$$0.75 \rho_b = 0.022767857$$

$$A_{s \text{ req}} = 2322.386775 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ min } 1} = 4727.367312 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ min } 2} = 4833.333333 \text{ mm}^2$$

Tulangan Vertikal

$$A_s \text{ used} = 3096.5157 \text{ mm}^2$$

$$D_{\text{tul}} = 25 \text{ mm}$$

$$s = 100 \text{ mm}$$

$$A_s = 4908.738521 \text{ mm}^2$$

OK

Tulangan Vertikal **Gunakan D25 - 100 mm**

Tulangan Geser Dinding Tegak

Tulangan Horizontal **Gunakan D16 – 200 mm**

$$V_u = 304.512 \text{ kN}$$

$$V_n = 410.7919181 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = 308.0939386 \text{ kN}$$

$$\frac{1}{2} \phi V_n = 154.0469693 \text{ kN}$$

Gunakan Tulangan Minimum

$$V_s = -4.776369259 \text{ kN}$$

$$A_s \text{ used} = -7.842970868 \text{ mm}^2$$

$$D_{\text{tul}} = 13 \text{ mm}$$

$$s_1 = 600 \text{ mm}$$

$$s_2 = 600 \text{ mm}$$

$$A_s = 368.70 \text{ mm}^2$$

OK

Gunakan D13 – 600 / 600 mm

b Perhitungan Tulangan Telapak DPT

mutu beton
mutu baja
lebar memanjang

$$f'_c = 30 \text{ MPa}$$

$$f_y = 420 \text{ MPa}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$T = 1500 \text{ mm}$$

$$d = 1450 \text{ mm}$$

$$\beta_1 = 0.85$$

$$M_u = 1916.313 \text{ kN.m}$$

$$= 1916312500.00 \text{ Nmm}$$

$$\rho = 0.00$$

$$0.75 \rho_b = 0.0227679$$

$$A_s \text{ req} = 4025.345395 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ min 1} = 4727.37 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ min 2} = 4833.33 \text{ mm}^2$$

Tulangan lentur atas dan bawah

$$A_s \text{ used} = 5367.13 \text{ mm}^2$$

$$D_{\text{tul}} = 32 \text{ mm}$$

$$D_{\text{tul}} = 25 \text{ mm}$$

$$s = 100 \text{ mm}$$

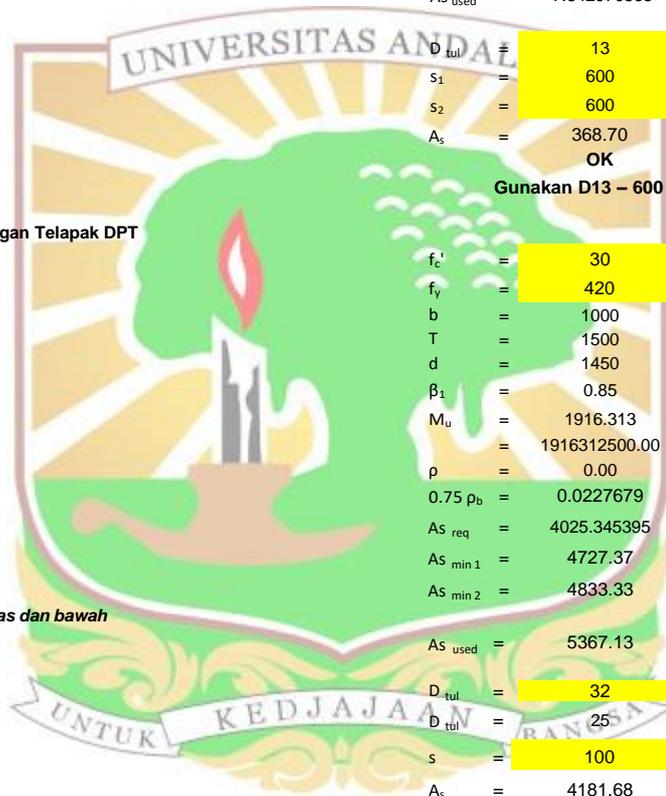
$$A_s = 4181.68 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 2552.30 \text{ mm}^2$$

$$6733.98$$

OK

Gunakan D32 – 100 mm



Tulangan pembagi

$$A_{s \text{ used}} = 1254.504126 \text{ mm}^2$$

$$D_{\text{tul}} = 19 \text{ mm}$$

$$s = 200 \text{ mm}$$

$$A_s = 1417.64 \text{ mm}^2$$

OK

Gunakan D19 – 200 mm

Tulangan geser telapak DPT

$$V_u = 952.250 \text{ kN}$$

$$V_n = 1323.66 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = 992.75 \text{ kN}$$

$$\frac{1}{2} \phi V_n = 496.37 \text{ kN}$$

Gunakan Tulangan Minimum

$$V_s = -53.996 \text{ kN}$$

$$A_{s \text{ used}} = -88.664 \text{ mm}^2$$

$$D_{\text{tul}} = 13 \text{ mm}$$

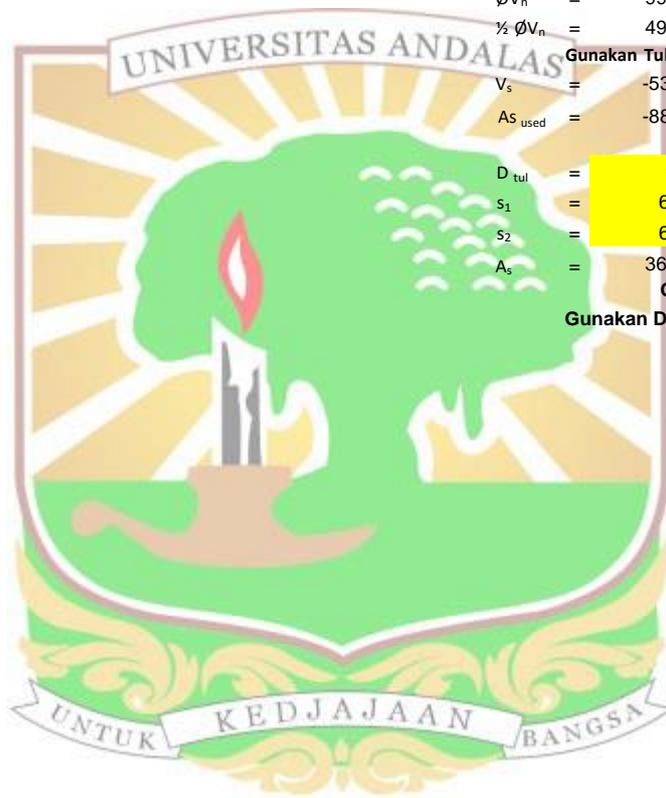
$$s_1 = 600 \text{ mm}$$

$$s_2 = 600 \text{ mm}$$

$$A_s = 368.70 \text{ mm}^2$$

OK

Gunakan D13 – 600 / 600 mm



4.1.4. Kebutuhan Biaya/*Engineer Estimate* (EE)

Berikut kebutuhan biaya atau *Engineer Estimate* perencanaan Jalan Terban pada Ruas Jalan Lubuk Basung-Sungai Limau (P.072) KM 133+800 Provinsi Sumatera Barat dengan mata anggaran dari Dinas BMCKTR yakni sebesar Rp. 11.036.055.000,- (Sebelas Milyar Tiga Puluh Enam Juta Lima Puluh Lima Ribu Rupiah). Dengan uraian sesuai **Tabel 4.2.** Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Tabel 4.2. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

No. Divisi	Uraian	Jumlah Harga Pekerjaan (Rupiah)
1	Umum	198,360,407.49
2	Drainase	1,224,374,640.10
3	Pekerjaan Tanah dan Geosintetik	4,706,830,929.59
4	Pekerjaan Preventif	-
5	Perkerasan Berbutir dan Perkerasan Beton Semen	274,531,490.88
6	Perkerasan Aspal	366,090,478.76
7	Struktur	3,056,107,806.34
8	Rehabilitasi Jembatan	-
9	Pekerjaan Harian dan Pekerjaan Lain-Lain	116,096,460.51
10	Pekerjaan Pemeliharaan Kinerja	-
(A)	Jumlah Harga Pekerjaan (termasuk Biaya Umum dan Keuntungan)	9,942,392,213.67
(B)	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 11% x (A)	1,093,663,143.50
(C)	JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (A) + (B)	11,036,055,357.17
(D)	PEMBULATAN	11,036,055,000.00
Terbilang :		Sebelas Milyar Tiga Puluh Enam Juta Lima Puluh Lima Ribu Rupiah



BAB V.

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari kegiatan perencanaan Jalan Terban pada Ruas Jalan Lubuk Basung-Sungai Limau (P.072) KM 133+800 Provinsi Sumatera Barat dengan mata anggaran dari Dinas BMCKTR dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Lereng pada kondisi eksisting tidak stabil, didapatkan faktor keamanan pada kondisi eksisting 1.01 (lereng tidak aman)
2. Lereng stabil dengan kondisi perbaikan tanah menggunakan trap dan dinding penahan tanah, berikut ini factor keamanan (SF) yang didapatkan, adalah sebagai berikut :

- ✓ SF Stabilitas lereng perbaikan kondisi global = 1.53
- ✓ SF Dinding penahan tanah terhadap guling = 3
- ✓ SF Dinding penahan tanah terhadap geser = 1.69
- ✓ SF Dinding penahan tanah terhadap daya dukung = 7

Faktor keamanan di atas besar dari faktor keamanan minimum yang disyaratkan oleh SNI 8460:2017

3. Tulangan pada dinding penahan tanah menggunakan :

- Pada bagian dinding tegak

Tulangan vertikal = D25 100

Tulangan horizontal = D16 200

Tulangan geser = D13 600/600

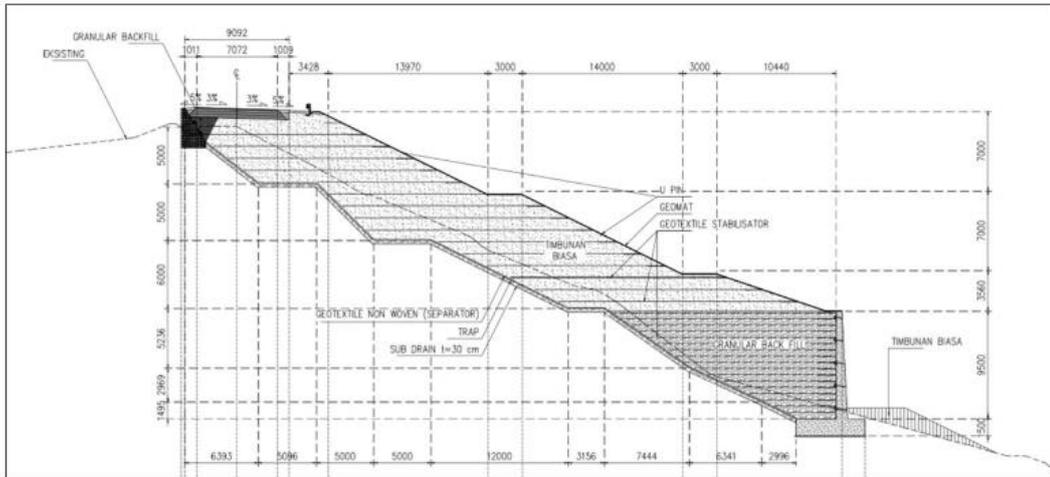
- Pada bagian telapak DPT

Tulangan lentur atas dan bawah = D32 & D25 (Bundle) 100

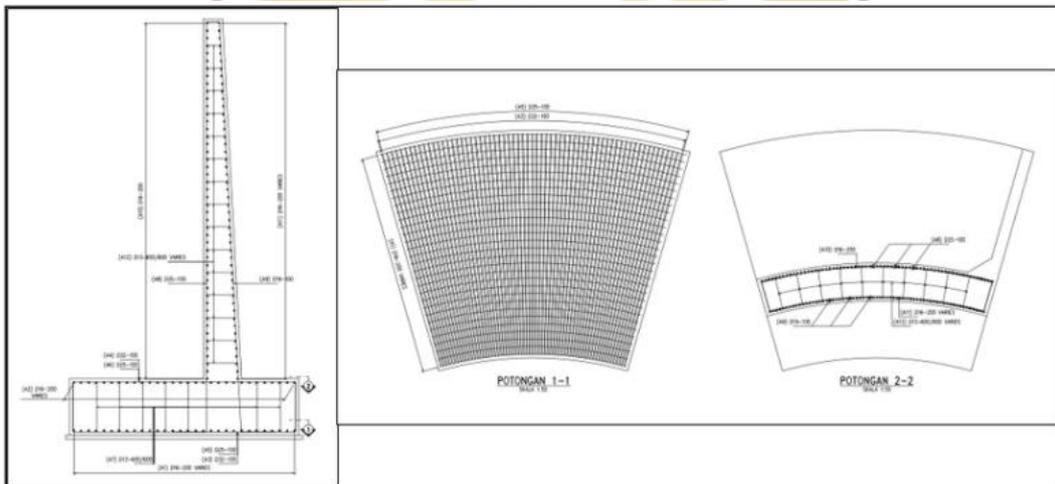
Tulangan pembagi = D19 200

Tulangan geser = D13 600/600

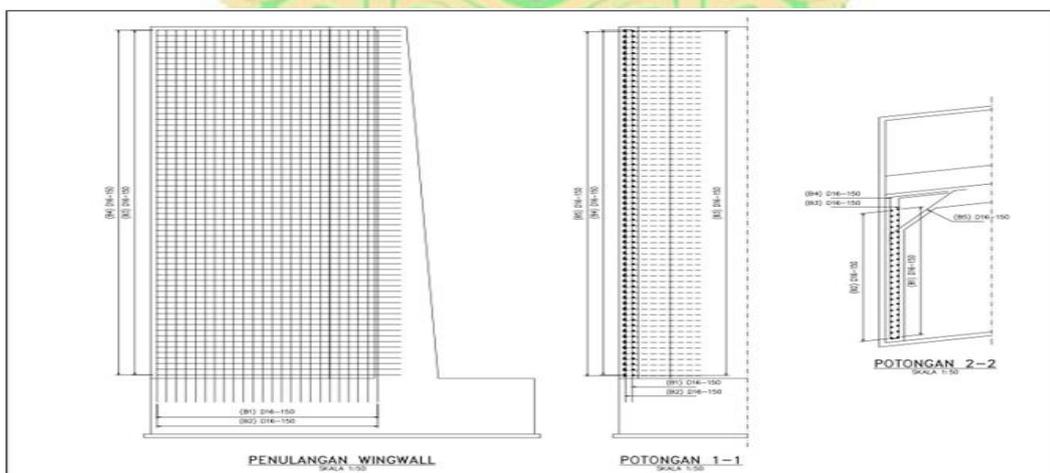
4. Hasil desain rencana penanganan,



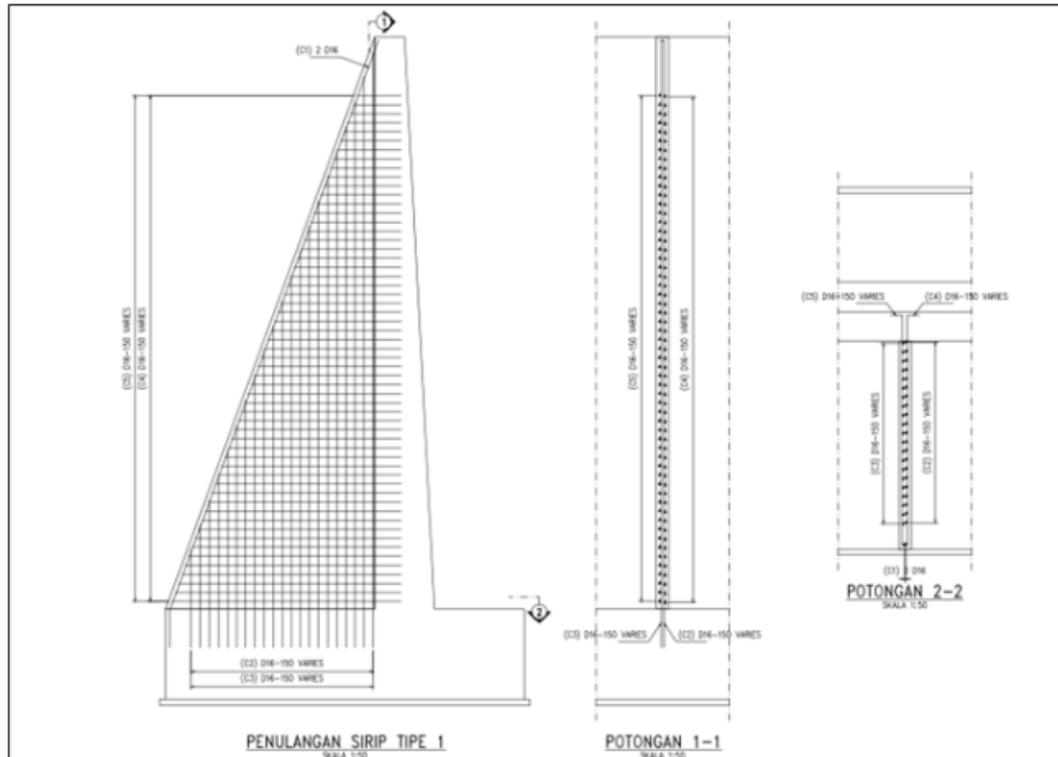
Gambar 5.1. Potongan Melintang Penanganan Tanah Terban



Gambar 5.2. Penulangan Dinding Penahan Tanah Beton Bertulang



Gambar 5.3. Penulangan Wingwall Dinding Penahan Tanah Beton Bertulang



Gambar 5.4. Penulangan Sirip Dinding Penahan Tanah Beton Bertulang

5. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Dari hasil perhitungan volume pekerjaan dan harga satuan pekerjaan, maka di dapat prakiran biaya pelaksanaan pekerjaan total adalah Rp. 11.036.055.000,- (Sebelas Milyar Tiga Puluh Enam Juta Lima Puluh Lima Ribu Rupiah).

Tabel 5.1. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

No. Divisi	Uraian	Jumlah Harga Pekerjaan (Rupiah)
1	Umum	198,360,407.49
2	Drainase	1,224,374,640.10
3	Pekerjaan Tanah dan Geosintetik	4,706,830,929.59
4	Pekerjaan Preventif	-
5	Perkerasan Berbutir dan Perkerasan Beton Semen	274,531,490.88
6	Perkerasan Aspal	366,090,478.76
7	Struktur	3,056,107,806.34
8	Rehabilitasi Jembatan	-
9	Pekerjaan Harian dan Pekerjaan Lain-Lain	116,096,460.51
10	Pekerjaan Pemeliharaan Kinerja	-
(A)	Jumlah Harga Pekerjaan (termasuk Biaya Umum dan Keuntungan)	9,942,392,213.67
(B)	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 11% x (A)	1,093,663,143.50
(C)	JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (A) + (B)	11,036,055,357.17
(D)	PEMBULATAN	11,036,055,000.00
Torbilang :		Sebelas Milyar Tiga Puluh Enam Juta Lima Puluh Lima Ribu Rupiah

5.2.Saran

Kegiatan perencanaan Jalan Terban pada Ruas Jalan Lubuk Basung-Sungai Limau (P.072) KM 133+800 Provinsi Sumatera Barat banyak melibatkan banyak pihak, maka saran yang menjadi perhatian adalah :

1. Perlunya perhatian bersama terutama bagi perangkat daerah atau masyarakat setempat untuk mendukung pembangunan konstruksi ini dalam menjaga dan memelihara disaat proses maupun setelah bangunan ini selesai.
2. Perlu adanya sosialisai dalam mitigasi terhadap bahaya longsor kepada daerah dan masyarakat setempat.
3. Dalam pekerjaan pembangunan diutamakan aspek kontrol dan pengendalian selama pekerjaan pada pekerjaan pemadatan dan pemilihan material timbunan.



DAFTAR PUSTAKA

- Das, B. M. (2010), *Principles of Geotechnical Engineering*. Cengage Learning
- Wyllie, D. C. (2003). *Foundations on Rock*. Taylor & Francis
- Hoek, E., & Bray, J. W. (1981). *Rock Slope Engineering*. CRC Press
- Broms, B. B. (1985). *Landslides*. Elsevier
- AASHTO. *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*. American Association of State Highway and Transportation Officials
- DPI, 2001, *Beban Lalu Lintas untuk Analisis Stabilitas* (DPI, 2001) dan *Beban diluar Jalan*
- Terzaghi dan Peck, 1967, *Deskripsi Kerapatan Relatif Tanah Pasir*
- Terzaghi dan Peck, 1967, *Variasi Korelasi N-SPT dengan Konsistensi Tanah*
- SNI 1725:2016. *Beban Desain Minimum untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Badan Standardisasi Nasional
- SNI 1726:2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Badan Standardisasi Nasional
- SNI 2847:2019. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Rekayasa Sipil*. Badan Standardisasi Nasional
- Sukirman, S. (2003). *Perencanaan Geometrik Jalan*. Nova

LAMPIRAN

1. Dokumentasi

	Situasi Tampak Atas, Jalan Terban
	Situasi Jalan Terban
	Situasi Jalan Terban
	Situasi Jalan Terban



2. Gambar Rencana



PEMERINTAH PROVINSI SUMATERA BARAT
**DINAS BINA MARGA, CIPTA KARYA,
 DAN TATA RUANG**
 JL. TAMAN SISWA NO. 01 PADANG TELP.0751-7051700 / 7051758



LEMBARAN PENGESAHAN

Program : Penyelenggaraan Jalan Popinsi
Sub Kegiatan : Penyusunan Rencana Kebijakan, Strategi Pengembangan Jaringan Jalan Serta Perencanaan Teknis Penyelenggaraan Jalan Dan Jembatan
Paket : Core Team Perencanaan Dan Pendampingan Teknis Bina Marga
Sub Pekerjaan : Penyusunan DED Rekonstruksi Jalan Terban Ruas Jalan Lubuk Basung - Sungai Limau (P.072) Km 133+800
Tahun Anggaran : 2022

Diketahui/disetujui Oleh :
 Pejabat Pembuat Komitmen
 (PPK)



WELLY JUWITA, ST, MT
 NIP. 19850514 201101 2 004

Padang, 2022
 Dibuat Oleh :
 Core Team
 PT.WASTU ANOPAMA

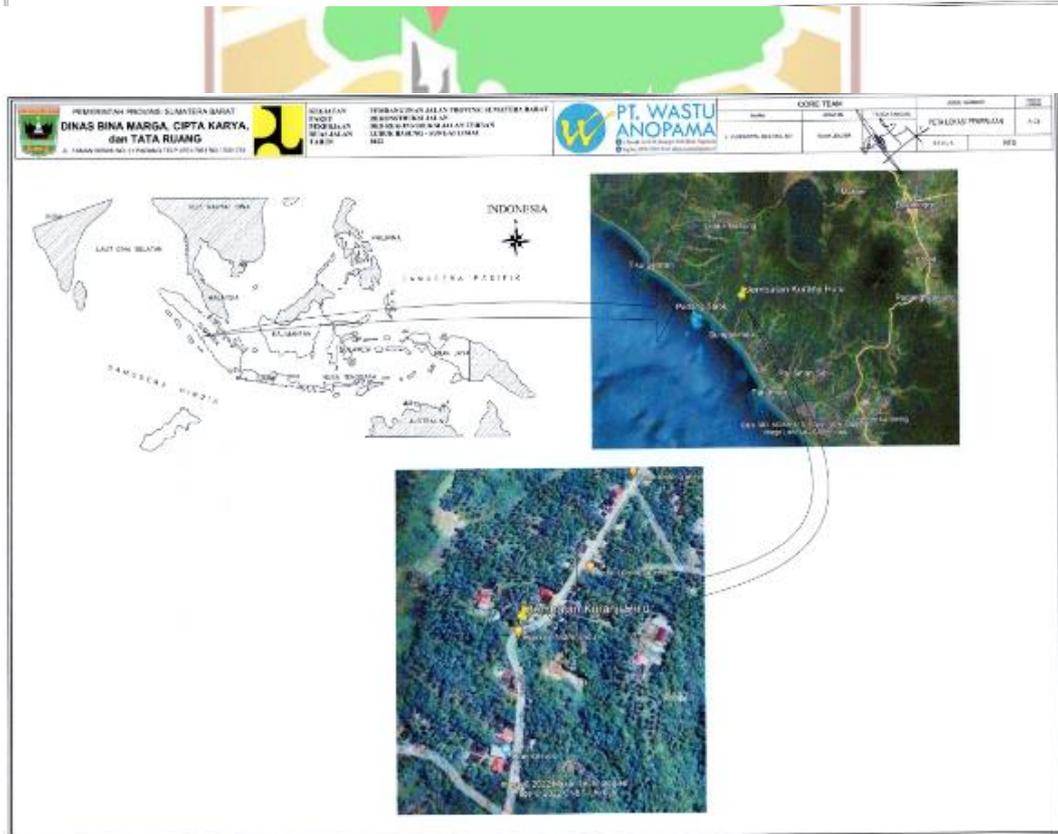


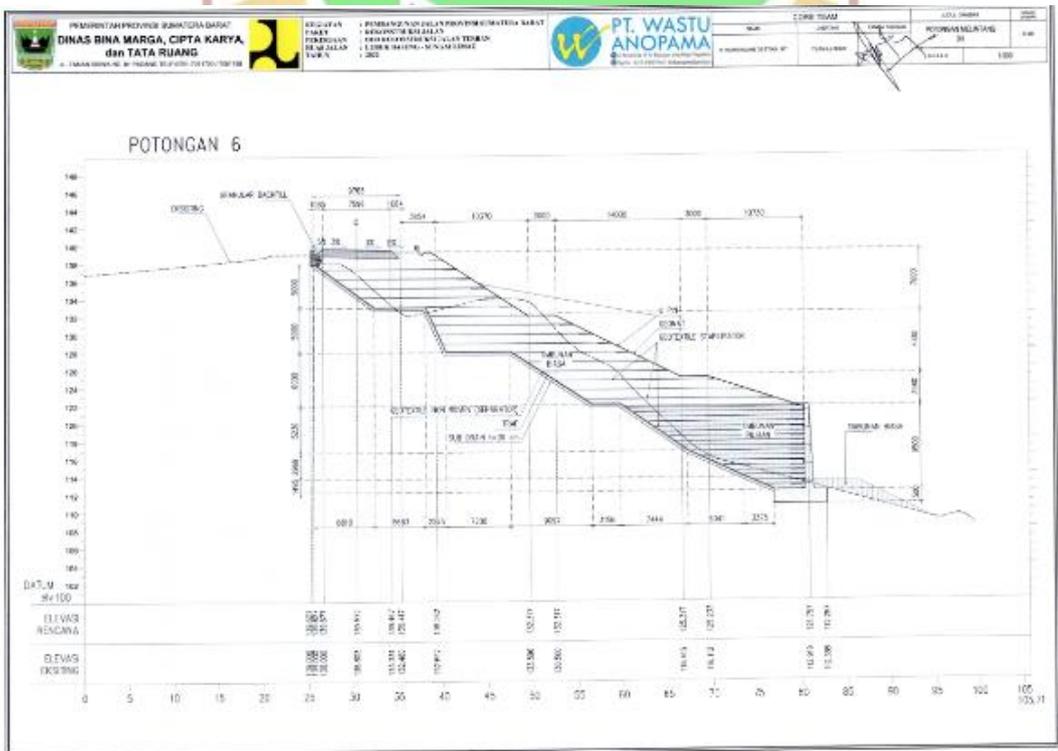
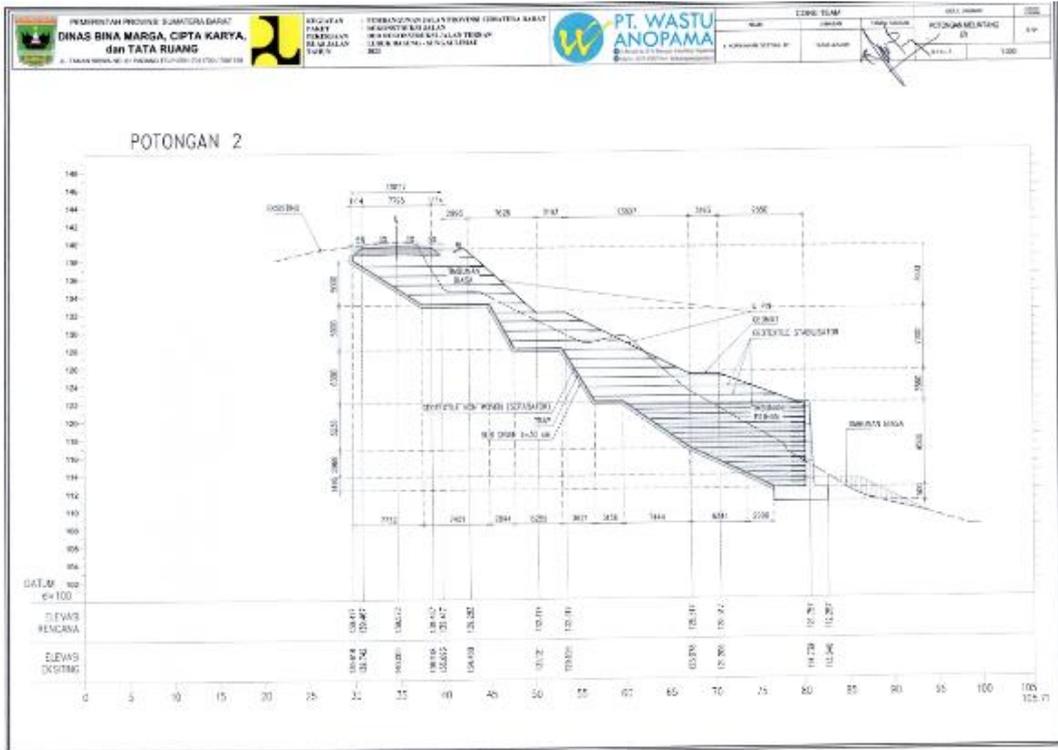
Ir. KURNIAWAN DESTIKA, MT
 Team Leader

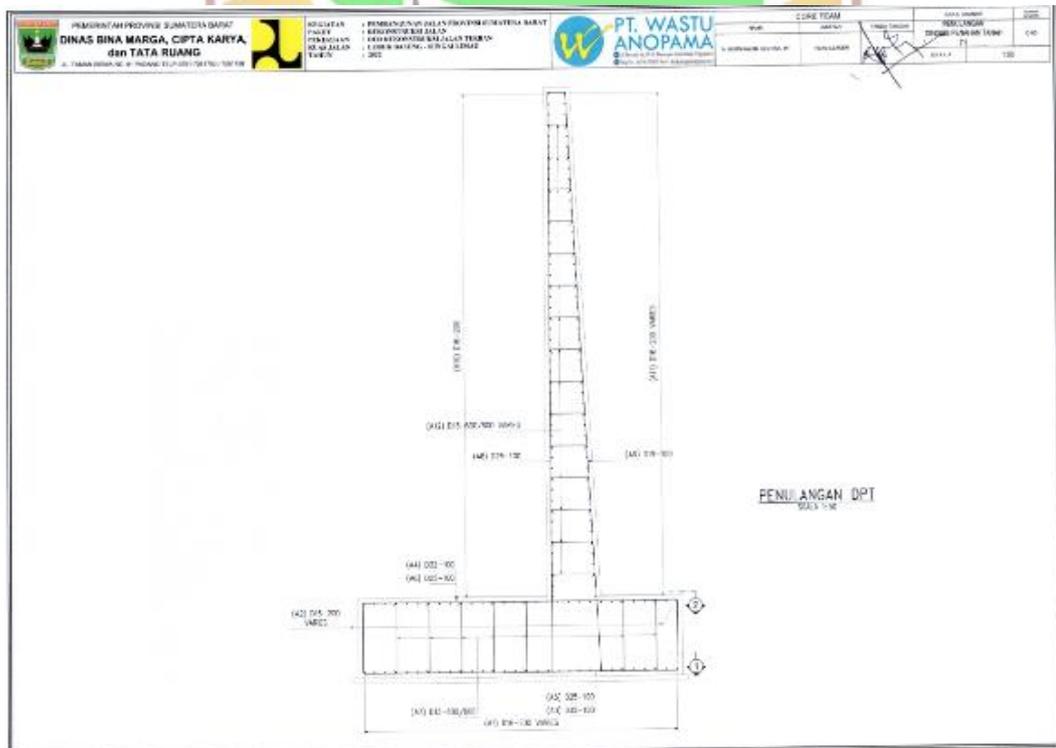
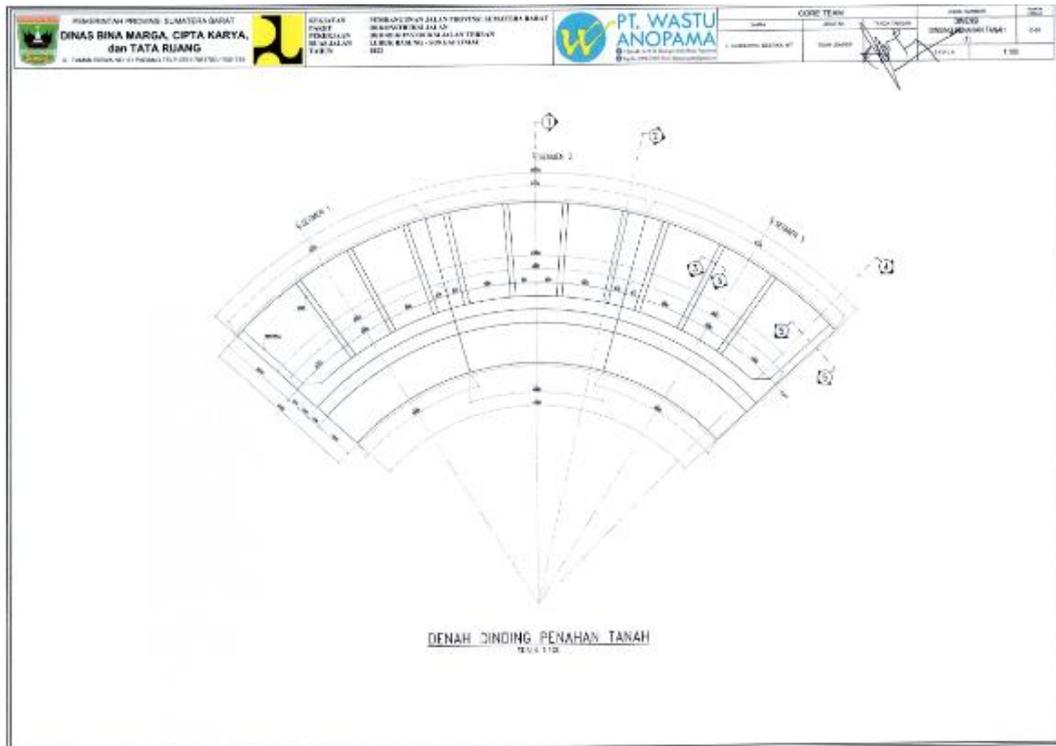
Mengetahui :
 Kuasa Pengguna Anggaran
 (KPA)



Ir. DEDI RINALDI, M.Si
 NIP. 19680622 199303 1 007







3. Rencana Anggaran Biaya (RAB)


PEMERINTAH PROVINSI SUMATERA BARAT
DINAS BINA MARGA, CIPTA KARYA DAN TATA RUANG
 Jalan Taman Sawa No. 1, Telp. (075) 7501700 - 7601750 Fax. (075) 7601783 Padang
 http://www.bmdkr.sumbarprov.go.id - e-mail: bmdkr@sumbarprov.go.id

RENCANA ANGGARAN BIAYA

PROGRAM:
PENYELENGGARAAN JALAN PROVINSI

SUB KEGIATAN :
Penyusunan Rencana, Kebijakan, Strategi Pembangunan Jalan Serta Perencanaan Teknis Penyelenggaraan Jalan Dan Jembatan

SUB PEKERJAAN :
PENYUSUNAN REKONSTRUKSI JALAN TERBAN PADA Ruas Jalan Lubuk Basung - Sungai Limau (P.072) KM 133 + 800

PAKET CORETEAM PERENCANAAN DAN PENDAMPINGAN TEKNIS BINA MARGA

NOMOR KONTRAK : 620/13/KTR-PPK.01-BM/2022
TANGGAL : 18 JULI 2022

PERENCANA:
CORE TEAM
2022






PT. WASTU ANOPAMA
 PT. WASTU ANOPAMA
 PT. WASTU ANOPAMA

REKAPITULASI PERENCANAAN HARGA PEKERJAAN		
Program : Penyelenggaraan Jalan Provinsi Sub Kegiatan : Penyusunan Rencana Kebijakan, Strategi Pembangunan Jalan dan Jembatan Serta Perencanaan Teknis Penyelenggaraan Jalan dan Jembatan Nama Paket : Core Team Perencanaan dan Pendampingan Teknis Bina Marga Prop / Kab / Kota : Kabupaten Lubuk Basung Sungai Limau (P.072) - Segmen Kurang Hulu Sumatera Barat / Padang Perumahan		
No. Urut	Uraian	Jumlah Harga Pekerjaan (Rp/lot)
1	Urutan	108.365.407,49
2	Desain	1.224.274.640,10
3	Pekerjaan Tawil dan Geoteknik	4.706.630.029,59
4	Pekerjaan Paving	-
5	Pekerjaan Borbitul dan Pekerjaan Beton Sempai	274.531.490,85
6	Pekerjaan Aspal	366.090.478,75
7	Struktur	3.096.107.800,34
8	Rehabilitasi Jembatan	-
9	Pekerjaan Merian dan Pekerjaan Lain-Lain	116.036.400,51
10	Pekerjaan Peningkatan Kinerja	-
(A)	Jumlah Harga Pekerjaan (termasuk Biaya Urutan dan Keseluruhan)	9.942.392.213,62
(B)	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 11% x (A)	1.093.661.543,50
(C)	JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (A) + (B)	11.036.053.757,12
(D)	PEMBULATAN	11.036.053.757,12
Terbilang : Sembilan Miliar Tiga Puluh Empat Juta Lima Puluh Lima Ribu Ribu Rupiah		
Ditandatangani Oleh : Pejabat Pembuat Komitmen (PPK)		Ditandatangani Oleh : Core Team WASTU ANOPAMA
 W. J. J. W. ST. MT NIP. 198505141981101 2 004		 K. KURNIAWAN DESTIKA, MT Team Leader
Mengetahui : Kepala Pengguna Anggaran SPA  D. DEDIRINALDI, MSi NIP. 19690622 196303 1 007		





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ANDALAS
SEKOLAH PASCASARJANA
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN PROFESI INSINYUR

Alamat : Gedung Pascasarjana, Limau Manis Padang Kode 25163
Telp. 0751-71686, Faksimile : 0751-71691
Laman : <http://pasca.unand.ac.id> e-mail : sekretariatpasca@adm.unand.ac.id

SURAT KETERANGAN

Nomor : 358/UN16.16.1.2/PPI/WA.00.02/2025

Yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan bahwa Laporan Akhir mahasiswa Prodi Pendidikan Profesi Insinyur, Sekolah Pascasarjana, Universitas Andalas sebagaimana telah diperiksa *similarity/originality* dalam ujian profesi dan dinyatakan telah sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan.

Surat keterangan ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk penyelesaian studi di Prodi Pendidikan Profesi Insinyur, Sekolah Pascasarjana, Universitas Andalas.

Demikianlah surat ini dibuat untuk dipergunakan semestinya.

Padang, 22 Januari 2025

Mengetahui,
Koordinator Prodi
Pendidikan Profesi Insinyur

Ir. Benny Dwika Leonanda, M.T, IPM, ASEAN Eng
NIP. 196608061994121000