

SKRIPSI

PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH *RETAINING WALL* DAM KATAPIANG JORONG BINU NAGARI KAMANG HILIA KECAMATAN KAMANG MAGEK

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

*Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat*



Oleh

ZULFENDRI

181000222201156

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT**

2022

HALAMAN PENGESAHAN

PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH *RETAINING WALL*
DAM KATAPIANG JORONG BINU NAGARI KAMANG HILIA
KECAMATAN KAMANG MAGEK

Oleh



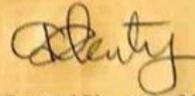
ZULFENDRI
181000222201156

Dosen Pembimbing I



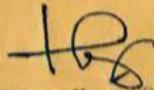
Deddy Kurniawan, S.T., M.T.
NIDN.1022018303

Dosen Pembimbing II



Ir. Ana Susanti Yusman, M.Eng.
NIDN. 1017016901

Ketua Prodi Teknik Sipil



Helga Yermadhona, S.Pd., M.T.
NIDN. 1013098502

Dekan Fakultas Teknik UMSB



MASHI, S.T., M.T.
NIDN. 1005057407

LEMBARAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI

Skripsi ini telah dipertahankan dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi Tim Penguji pada ujian tertutup tanggal 27 Agustus 2022 di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Bukittinggi, 08 September 2022

Mahasiswa,



ZULFENDRI

NIM : 181000222201156

Disetujui Tim Penguji Skripsi tanggal 08 September 2022 :

1. Endri, S.T, M.T

1.



2. Zuheldi, S.T, M.T

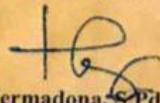
2.



Mengetahui:

Ketua Progam Studi

Teknik Sipil,



Helga Yermadona, S.Pd, M.I

NIDN. 1013098502

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ZULFENDRI
Tempat dan Tanggal Lahir : Bukittinggi, 17 Juli 1998
NIM : 181000222201156
Judul Skripsi : Perencanaan Dinding Penahan Tanah *Retaining Wall* Dam Katapiang Jorong Binu Nagari Kamang Hilia Kecamatan Kamang Magek

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karna karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Bukittinggi, 08 September 2022

Yang membuat pernyataan,



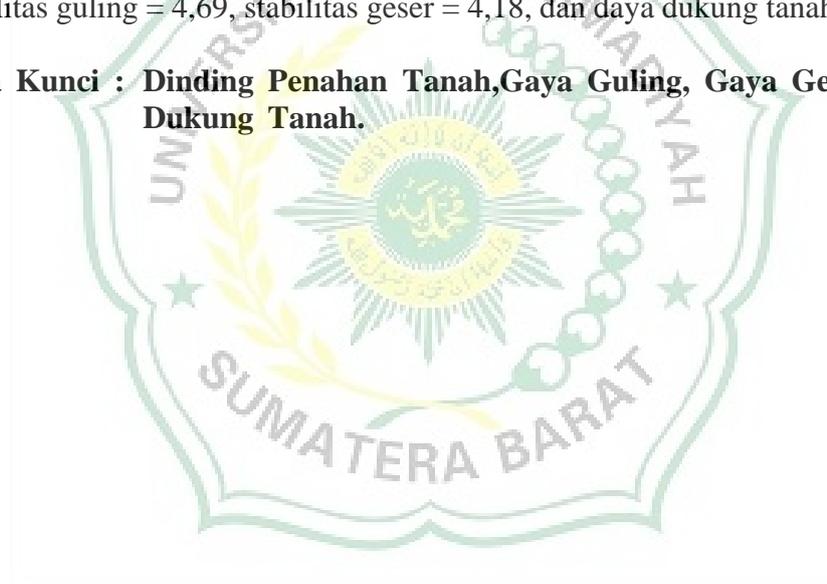
ZULFENDRI

NIM. 181000222201156

ABSTRAK

Tanah merupakan lapisan permukaan bumi yang sangat dinamis, perubahannya dipengaruhi oleh air, udara dan pergeseran lempeng bumi. Salah satu akibat dari perubahan itu adalah adanya lereng. Lereng adalah permukaan bumi yang membentuk sudut kemiringan tertentu dengan bidang horizontal. Untuk menjaga kestabilan lereng tersebut maka dibuatlah dinding penahan tanah. Dinding penahan tanah merupakan komponen struktur bangunan penting untuk jalan dan bangunan lingkungan lainnya yang berhubungan dengan tanah yang memiliki elevasi berbeda. Penelitian ini membahas tentang dinding penahan tanah pada jalan katapiang, Kecamatan kamang hilia sebagai bentuk dari penanganan bencana tanah longsor. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kestabilan lereng, merencanakan dimensi dari dinding penahan tanah yang dapat memikul beban rencana, menghitung stabilitas/faktor keamanan terhadap guling, geser dan daya dukung tanah. Metode yang digunakan dalam perhitungan stabilitas lereng adalah metode observasi dan metode dokumentasi yang menghasilkan factor aman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dimensi dari dinding penahan tanah tipe kantilever yaitu $H = 5$ m, $B = 2,5$ m, tinggi $df = 1,5$ m, lebar kepala = 0,5 m. Dengan dimensi tersebut maka didapatkan nilai faktor keamanan dinding penahan tanah terhadap stabilitas guling = 4,69, stabilitas geser = 4,18, dan daya dukung tanah = 5,84.

Kata Kunci : Dinding Penahan Tanah, Gaya Guling, Gaya Geser, Daya Dukung Tanah.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala berkat yang telah diberikan-Nya, sehingga Laporan Kerja Praktek ini dapat diselesaikan. Laporan ini merupakan salah satu kewajiban yang harus diselesaikan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil di Universitas Muhammadiyah Sumatra Barat.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak, Laporan Kerja Praktek ini tidak dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan Laporan Kerja Praktek ini, yaitu kepada :

1. Orang tua, kakak dan adik serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan moril, doa, dan kasih sayang.
2. Bapak Masril, ST.MT selaku Dekan Fakultas Teknik UMSB.
3. Bapak Hariadi, S.Kom., M.Kom selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik UMSB.
4. Ibu Helga Yermadona, S.Pd.MT selaku Ketua Prodi Teknik Sipil.
5. Ibu Ir.Ana Susanti, Yusman, M.eng. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Bapak Deddy Kurniawan, ST.MT selaku Pembimbing I skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis.
7. Ibu Ir.Ana Susanti, Yusman, M.eng. selaku Pembimbing II skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis.
8. Bapak/Ibu Tenaga Kependidikan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat .
9. Semua pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa mungkin masih terdapat banyak kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya, khususnya mahasiswa teknik sipil.

Bukittinggi, Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PERYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

ABSTRAK

KATA PENGANTAR..... i

DAFTAR ISI..... ii

DAFTAR TABEL iv

DAFTAR GAMBAR..... v

DAFTAR NOTASI..... vi

DAFTAR LAMPIRAN vii

BAB I PENDAHULUAN..... 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Identifikasi Masalah 2

1.3 Batasan Masalah 2

1.4 Rumusan Masalah 2

1.5 Tujuan Penelitian 2

1.6 Sistematika Penulisan 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... 4

2.1 Tanah..... 4

2.1.1 Klasifikasi Tanah 5

2.1.2 Profil Tanah dan Jenis Tanah 7

2.1.3 Grafik SBT yang Tidak Dinormalisasi 7

2.1.4 Grafik SBTN yang Dinormalisasi..... 8

2.2 Tekanan Tanah Lateral 8

2.2.1 Tekanan tanah aktif 9

2.2.2 Tekanan tanah pasif 11

2.3 Kestabilan Dinding Penahan Tanah 11

2.4 Kestabilan terhadap guling 12

2.5 Kestabilan terhadap geser 12

2.6 Kestabilan daya dukung tanah 14

2.7 Faktor keamanan 15

2.7.1 Prosedur pengujian laboratorium..... 15

2.8 Dinding Penahan Tanah (*Retaining Wall*) 16

2.9 Jenis – jenis Dinding Penahan Tanah	16
2.10 Stabilitas Dinding Penahan Tanah.....	20
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Lokasi Penelitian.....	22
3.2 Data Penelitian.....	23
3.3 Metode Analisis Data	23
3.4 Bagan Alir Penelitian	23
BAB IV PEMBAHASAN	25
4.1. Perhitungan Tekanan Tanah Lateral	25
4.2 Desain Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever	28
4.3 Perhitungan Tekanan Tanah Aktif dan Tanah Pasif	29
4.3.1 Tekanan tanah aktif	31
4.3.2 Tekanan tanah pasif.....	31
4.4 Stabilitas Akibat Guling (<i>Overtuning</i>)	32
4.5 Stabilitas Terhadap Kapasitas Geser (<i>Sliding</i>).....	33
4.6 Stabilitas Terhadap daya dukung (<i>Bearing Capacity</i>)	33
4.7 Rekapitulasi Faktor Keamanan.....	35
BAB V PENUTUP.....	36
5.1 Kesimpulan.....	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA.....	37
DAFTAR LAMPIRAN.....	39

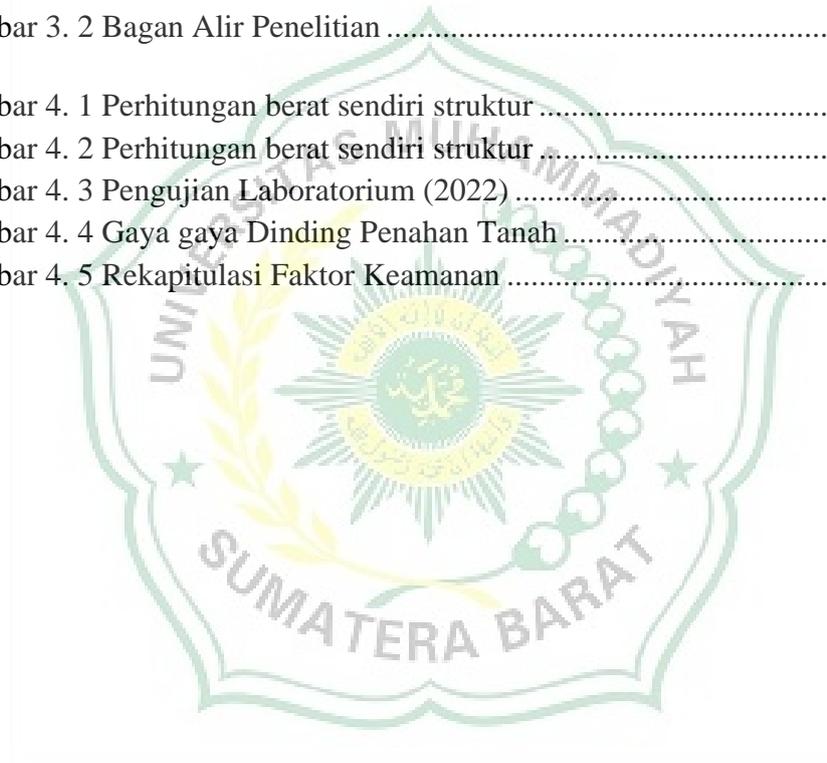
DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ukuran butir	6
Tabel 2. 2 Tingkat nilai Fk teoritis	15
Tabel 2. 3 Tingkat nilai Fk dalam praktek	15
Tabel 4. 1 Data Tanah	29
Tabel 4. 2 Pengujian Laboratorium (2022)	31
Tabel 4. 3 Data hasil perhitungan	32
Tabel 4. 4 Rekapitulasi daya dukung	35



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tekanan Aktif.....	9
Gambar 2. 2 Tekanan untuk permukaan tanah urug horizontal	10
Gambar 2. 3 Tekanan untuk permukaan tanah urug miring.....	10
Gambar 2. 4 Tekanan tanah pasif.....	11
Gambar 2. 5 Hubungan ϕ dan $N\gamma$, Nc , Nq	14
Gambar 2. 6 Dinding penahan tanah tipe gravitasi (<i>gravity wall</i>)	17
Gambar 2. 7 Dinding penahan tanah tipe kantilever.....	18
Gambar 2. 8 Dinding penahan tanah tipe counterfort (<i>counterfort wall</i>)	19
Gambar 2. 9 Dinding penahan tanah tipe buttress (<i>buffers wall</i>).....	20
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian	22
Gambar 3. 2 Bagan Alir Penelitian	24
Gambar 4. 1 Perhitungan berat sendiri struktur	25
Gambar 4. 2 Perhitungan berat sendiri struktur	28
Gambar 4. 3 Pengujian Laboratorium (2022)	30
Gambar 4. 4 Gaya gaya Dinding Penahan Tanah	33
Gambar 4. 5 Rekapitulasi Faktor Keamanan	35



DAFTAR NOTASI

H	=	Tinggi Total
D_f	=	Tinggi pasif
B	=	Lebar Bawah
B_1	=	Lebar Atas
B_2	=	Lebar Badan
T	=	Tebal
c	=	Kohesi
γ	=	Berat Volume Tanah
ϕ	=	Sudut Geser
K_a	=	koefisien tekanan tanah aktif
P_a	=	Tekanan tanah aktif
γ_a	=	Garis Kerja P_a
K_p	=	koefisien tekanan tanah pasif
P_p	=	Tekanan tanah pasif
γ_p	=	Garis Kerja P_p
δ	=	DPT-Soil friction angle (0.75ϕ)
e	=	esentrisitas
q_{max}	=	tegangan max
q_{min}	=	tegangan minimum
N_c	=	Faktor daya dukung
N_q	=	Faktor daya dukung
N_g	=	Faktor daya dukung
q_u	=	Daya dukung Ultimate
s_u	=	Kekuatan geser yang tidak ditarik

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Site Plan
- Lampiran 2 Potongan
- Lampiran 3 Detail
- Lampiran 4 Detail Pembesian
- Lampiran 5 Foto Sondir
- Lampiran 6 Foto Lokasi Dokumentasi
- Lampiran 7 Foto Lokasi Dokumentasi



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan adalah sarana umum yang dibutuhkan masyarakat. Semua Kegiatan memerlukan akses jalan untuk transportasi dan mobilisasi. Oleh sebab itu tingkat keamanan dan kenyamanan sangat diperlukan. Oleh karena itu harus dibuat pada daerah yang aman lokasi pembuatannya. Akan tetapi pada daerah topografi jalan tidak bisa dibuat dengan baik, salah satunya adalah ruas jalan yang menghubungkan jalan dari magek ke jorong binu Sta 0+295 s/d 0+321 m kecamatan kamang magek.

Perencanaan dinding penahan tebing ini dilatar belakangi karena terjadi longsor/retakan pada ruas jalan tersebut.

konstruksi dinding penahan tebing ini bertujuan untuk menahan tanah agar tidak terjadi longsor akibat beban yang bekerja.

Jenis konstruksi dinding penahan tanah juga banyak dijumpai pada underpass, lereng bukit.

Pemilihan jenis konstruksi dinding penahan tebing tergantung pada kedalaman galian tanah, Muka Air Tanah (M.A.T), dan apabila kedalaman tanah yang akan digali tidak terlalu dalam biasanya menggunakan konstruksi penahan tanah adalah sheet pile atau turap.

Teori klasik (Rankine dan Coulomb), dapat dipergunakan untuk menghitung gaya-gaya lateral akibat tekanan tanah yang bekerja pada dinding dengan memasukan berbagai parameter tanah, sehingga akan didapatkan gaya-gaya dalam dan momen yang bekerja pada dinding penahan tanah, besar kecilnya ukuran profil dari penampang dinding tergantung pada momen yang terjadi. Kelemahan dari teori ini adalah tidak mempertimbangkan deformasi dari suatu struktur dinding akibat dari pergerakan tanah yang disebabkan beban konstruksi diatasnya (*surcharge loading*), muka air tanah, kedalaman galian tanah.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas terdapat beberapa masalah yaitu antara lain:

- 1) Bagaimana analisis stabilitas dinding penahan tanah tipe kantilever beton bertulang sebagai pengaman lereng
- 2) Apakah dinding penahan tanah tipe gravitasi dapat digunakan sebagai stabilitas lereng dan berapakah dimensi yang dibutuhkan
- 3) Bagaimana perhitungan penulangan pada struktur dinding penahan tanah tipe kantilever tersebut
- 4) Berapakah nilai rencana anggaran biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan dinding penahan tanah pada lereng tersebut.

1.3 Batasan Masalah

1. Menganalisa Dinding Penahan Tanah tipe Kantilever Beton Bertulang
 - Literatur terhadap garis
 - terhadap geser
 - terhadap momen
2. Panjang dan Tinggi Dinding Penahan Tanah tipe Kantilever Beton Bertulang.

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana perencanaan stabilitas dinding penahan tanah tipe kantilever beton bertulang

1.5 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui nilai kestabilan dinding penahan tanah dan mencegah terjadinya longsor di daerah tersebut.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada penulisan Skripsi dibuat garis besar susunan penulisan untuk mempermudah dan memahami isi dengan sistematika sebagai berikut :

1. BAB I : PENDAHULUAN

Di Dalam pendahuluan ini penulis membahas tentang latar belakang kegiatan, maksud dan tujuan, waktu pelaksanaan, dan sistematika penulisan laporan.

2. BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab II ini akan membahas tentang yang bersangkutan judul tersebut.

3. BAB III : METODE PENELITIAN

Pada bab III ini akan membahas tentang data penelitian, Teknik dan metode pengumpulan data, dan diagram alur pada penelitian tersebut.

4. BAB IV : ANALISA DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang tinjauan khusus dan perhitungan *Retaining Wall* (Dinding Penahan).

5. BAB V : PENUTUP

Bab V berisikan tentang kesimpulan dari pembahasan dan saran-saran.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

Tanah adalah material yang terdiri dari agregat dan butiran-butiran mineral yang padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan - bahan organik yang sudah lapuk (yang berpartikel padat) dengan disertai zat cair dan gas yang mengisi bagian ruang-ruang kosong di antara partikel -partikel padat tersebut demikian menurut Das B.M., (1995). Tanah juga dapat terbentuk dari terjadinya pelapukan batuan - batuan yang menjadi partikel yang lebih kecil akibat proses kimia dan mekanis. Pelapukan akibat proses mekanis disebabkan oleh menyusut dan memuainya batuan akibat perubahan suhu seperti panas dan dingin secara terus menerus hingga akhirnya menyebabkan batuan tersebut hancur. Tiga unsur yang membentuk tanah adalah air, udara dan partikel-partikel tanah itu sendiri yang kemudian membentuk endapan yang mempunyai massa total tanah.

Menurut Craig R. F., (1989) dalam (Astuti F. R. T., 2016). menjelaskan bahwa tanah dapat divisualisasikan sebagai suatu partikel padat tanah (*solid skeleton*) yang membatasi pori-pori yang mengandung air maupun udara. Volume kerangka penyusun tanah secara total dapat berubah akibat penyusunan kembali partikel-partikel padat pada posisinya yang baru, terutama dengan cara menggelincir ataupun menggelinding yang berakibat terjadinya perubahan gaya-gaya yang bekerja di antara partikel-partikel tanah. Pada tanah jenuh, pengurangan volume hanya terjadi jika sebagian air yang terkandung pada tanah lepas dan keluar dari pori-pori tanah. Pada tanah kering atau tanah jenuh sebagian, pengurangan volume selalu mungkin terjadi dikarenakan unsur kompresi udara dalam pori-pori, dan terdapat suatu ruang kembali partikel tanah.

2.1.1 Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah merupakan suatu pengaturan sistem beberapa jenis tanah yang berbeda tetapi mempunyai sifat yang sama ke dalam kelompok- kelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi memberikan suatu bahasa yang dapat menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum pada tanah yang bervariasi namun tanpa penjelasan yang rinci. Das B. M., (1995) dalam (Astuti F. R. T., 2016). Sifat dan jenis tanah yang bervariasi ditentukan oleh perbandingan banyak fraksi-fraksi (lanau, lempung, pasir, dan kerikil), sifat plastisitas butiran halus. Klasifikasi tanah bertujuan untuk membagi jenis tanah pada beberapa golongan tanah dengan sifat dan kondisi yang serupa diberi simbol nama yang sama.

Sebagian besar sistem klasifikasi tanah yang sudah dikembangkan dengan tujuan rekayasa didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi plastis dan ukuran butiran. Ada dua buah sistem klasifikasi tanah yang biasa digunakan, yaitu Sistem Klasifikasi AASHTO dan Sistem Klasifikasi USCS.

1. Sistem klasifikasi AASHTO

AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*) dikembangkan pada tahun 1929 dan terjadi beberapa kali revisi sampai tahun 1945 dan dapat digunakan sampai sekarang, yang disodorkan oleh *Committee on Classification of Material for Subgrade and Granular Tipe Road of the Highway Research Board* (ASTM Standard No. D-3282, AASHTO model M145). Tujuan sistem klasifikasi tanah ini untuk menentukan kualitas tanah pada pekerjaan jalan yaitu tanah dasar (*subgrade*) dan lapis dasar (*sub-base*). Sistem klasifikasi ini didasarkan pada kriteria antara lain:

a. Ukuran Butir

2.1 Tabel

Kerikil	:	Bagian tanah yang telah lolos saringan diameter 75 mm dan ditahan pada saringan diameter 2 mm (No. 10).
Pasir	:	Bagian tanah yang telah lolos saringan diameter 2 mm dan ditahan pada saringan diameter 0,0075 mm (No. 200).
Lempung dan lanau	:	Bagian tanah yang telah lolos saringan dengan diameter 0,0075 mm (No. 200).

b. Plastisitas

Nama berlanau dipakai jika bagian yang halus pada tanah mempunyai Indeks Plastisitas (IP) sebesar lebih kecil atau sama dengan 10. Nama dengan jenis berlempung dipakai bila bagian tanah yang halus mempunyai indeks plastisitas sebesar lebih besar atau sama dengan 11.

Apabila terdapat batuan (ukurannya lebih dari 75 mm) dalam contoh tanah sampel maka batuan tersebut harus dipisahkan terlebih dahulu, tetapi persentase batuan yang dipisahkan tersebut harus dicatat.

2. *Unified Soil Classification System* (USCS)

Sistem ini awalnya dikenalkan oleh Casagrande,(1942) dan diperuntukkan pada pekerjaan pembuatan bandara yang dilaksanakan oleh *The Army Corps of Engineers* selama saat Perang Dunia II. Selanjutnya dalam rangka kerja sama dengan *United States Bureau of Reclamation* tahun 1952, sistem ini disempurnakan. Menurut Das, (1995) dalam (Astuti F. R. T., 2016). Kemudian *American Society for Testing and Materials* (ASTM) memakai USCS sebagai metode standar sebagai pedoman klasifikasi tanah. Saat ini, sistem USCS telah banyak digunakan dalam berbagai penelitian dan pekerjaan geoteknik. Sistem klasifikasi USCS membagi tanah ke dalam dua kategori utama, yaitu:

a. Tanah berbutir kasar (*coarse-grained soil*), adalah tanah pasir dan kerikil yang kurang dari 50% berat total sampel tanah lolos saringan No.200. Simbol pada kelompok ini yaitu S untuk tanah berpasir dan G untuk tanah berkerikil. Selain itu dijelaskan simbol W untuk tanah dengan gradasi baik dan P untuk tanah dengan bergradasi yang buruk.

b. Tanah berbutir halus (*fine-grained soil*), adalah tanah yang lebih dari 50% berat sampel tanahnya lolos dari saringan No.200. Simbol kelompok ini adalah O untuk lanau organik dan C untuk lempung anorganik. Tanah dengan kandungan organik tinggi dan gambut (*peat*). Plastisitas disimbolkan dengan L untuk plastisitas rendah dan simbol H untuk plastisitas tinggi.

2.1.2 Profil Tanah dan Jenis Tanah

Aplikasi utama CPT adalah untuk profiling tanah dan jenis tanah. Biasanya, ketahanan kerucut, (q_t) tinggi di pasir dan rendah tanah liat, dan rasio gesekan ($R_f = f_s/q_t$) rendah di pasir dan tinggi di tanah liat. CPT tidak bisa diharapkan dapat memberikan prediksi yang akurat tentang jenis tanah berdasarkan fisik karakteristik, seperti, distribusi ukuran butir tetapi memberikan panduan untuk karakteristik mekanis (kekuatan dan kekakuan) tanah, atau tanah jenis perilaku (SBT). Data CPT memberikan indeks agregat yang dapat diulang perilaku tanah in-situ di area langsung probe. Maka prediksi jenis tanah berdasarkan CPT disebut sebagai Jenis Perilaku Tanah (SBT).

2.1.3 Grafik SBT yang Tidak Dinormalisasi

Bagan jenis perilaku tanah (SBT) CPT yang paling umum digunakan disarankan oleh Robertson et al. (1986) dan versi yang diperbarui dan tidak berdimensi (Robertson, 2010) ditunjukkan pada Gambar 21. Bagan ini menggunakan parameter CPT dasar resistansi kerucut, q_t dan rasio gesekan, R_f . Grafik bersifat global dan dapat memberikan prediksi yang wajar tentang jenis perilaku tanah untuk bunyi CPT hingga kedalaman sekitar 60 kaki (20m). Tumpang tindih di beberapa zona harus diharapkan dan zona harus disesuaikan agak berdasarkan pengalaman lokal.

2.1.4 Grafik SBTN yang Dinormalisasi

Karena ketahanan penetrasi dan gesekan lengan meningkat dengan kedalaman karena peningkatan tegangan lapisan penutup yang efektif, data CPT memerlukan normalisasi untuk stres terbebani untuk stres yang sangat dangkal dan / atau sangat dalam terdengar. Bagan perilaku tanah CPT yang populer berdasarkan data CPT yang dinormalisasi adalah bahwa diusulkan oleh Robertson (1990) dan ditunjukkan pada Gambar 22. Sebuah zona telah diidentifikasi di mana hasil CPT untuk sebagian besar anak muda, tidak disemen, tidak sensitif, tanah yang biasanya dikonsolidasikan akan diplot. Bagan mengidentifikasi tren umum di respon tanah, seperti, meningkatkan kepadatan tanah, OCR, umur dan sementasi untuk tanah berpasir, meningkatkan riwayat stres (OCR) dan sensitivitas tanah (St) untuk tanah kohesif. Sekali lagi grafik bersifat global dan hanya menyediakan panduan untuk jenis perilaku tanah (SBT). Tumpang tindih di beberapa zona harus diharapkan dan zona harus disesuaikan agak berdasarkan pengalaman lokal.

2.2 Tekanan Tanah Lateral

Tanah terbentuk dari proses pengendapan dan pelapukan batuan. Selama proses pengendapan, tanah dapat mengalami konsolidasi karena pengaruh tekanan *overburden* (yaitu akibat beban dari tanahnya sendiri). Untuk merencanakan dinding penahan tanah harus berdasarkan atas keadaan yang menyakinkan keruntuhan total tidak akan terjadi. Gerakan beberapa centimeter sering tidak diabaikan selama ada jaminan bahwa pergerakan yang lebih besar lagi tidak akan terjadi. Dalam perancangan suatu dinding penahan, biasanya dilakukan dengan menganalisis kondisi yang akan terjadi saat keadaan runtuh, kemudian memberikan nilai faktor keamanan yang cukup yang dengan mempertimbangkan terhadap keruntuhan tersebut.

Analisis pada tekanan tanah lateral ditinjau saat kondisi keseimbangan plastis, yaitu pada saat massa tanah pada kondisi tepat pada saat akan runtuh. Kedudukan keseimbangan plastis hanya dapat jika terjadi deformasi yang cukup pada massa tanahnya. Besar dan distribusi tekanan

tanah adalah fungsi dari regangan (*strain*) dan perubahan letak (*displacement*). (Hardiyatmo H. C., 2017).

2.2.1 Tekanan tanah aktif

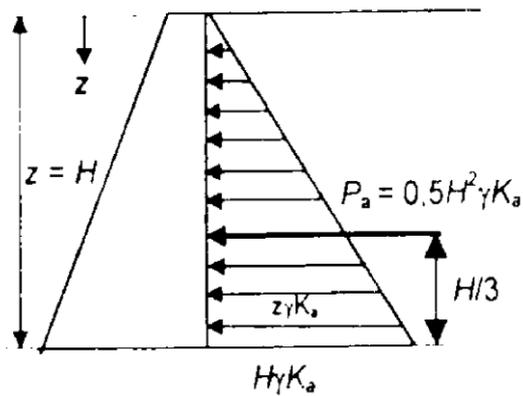
Menurut Hardiyatmo C. H., (2017) tekanan tanah aktif yaitu tekanan tanah yang terjadi pada dinding penahan tanah yang mengalami pergerakan ke arah luar dari tanah urugan di belakangnya, sehingga menyebabkan tanah urug akan bergerak atau longsor dan mendorong dinding penahan tanahnya (Gambar 2.1), sedangkan nilai banding tekanan vertikal dan tekanan horizontal yang terjadi didefinisikan dengan koefisien tekanan tanah aktif atau disimbolkan dengan K_a . Nilai untuk tekanan tanah aktif lebih kecil dari nilai tekanan tanah saat diam. Gerakan dinding penahan tanah menjauhi tanah urugan dan menghilangkan pertahanan yang terjadi di belakang dinding penahan tanah. Jadi tekanan tanah aktif adalah suatu gaya yang cenderung mengurangi keseimbangan pada suatu dinding penahan tanah atau dapat disebutkan perlawanan gaya terhadap konstruksi dinding penahan tanahnya.



Gambar 2.1 Tekanan tanah aktif

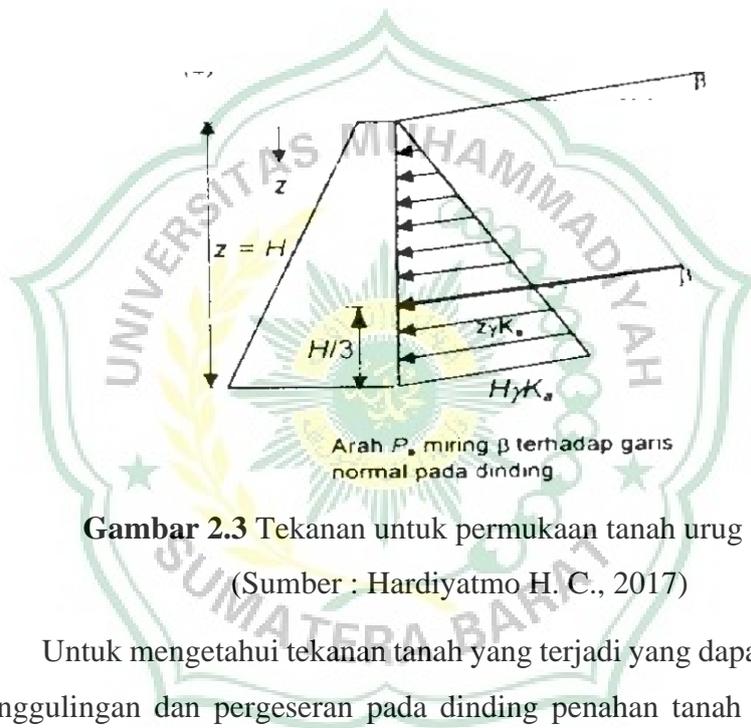
(Sumber : Hardiyatmo H. C., 2017)

Gaya – gaya tekanan tanah aktif yang bekerja pada konstruksi penahan tanah granuler dapat dianalisis dengan menggunakan metode Rankine. Prosedur analisa dengan metode Rankine untuk dinding penahan tanah dengan urugan tanah di belakang dinding memiliki jenis permukaan yang rata ditunjukkan pada gambar 2.2. Sedangkan pada dinding penahan dengan urugan tanah di belakang dinding dengan jenis kemiringan tertentu ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.2 Tekanan untuk permukaan tanah urug horizontal

(Sumber : Hardiyatmo H. C., 2017)



Gambar 2.3 Tekanan untuk permukaan tanah urug miring

(Sumber : Hardiyatmo H. C., 2017)

Untuk mengetahui tekanan tanah yang terjadi yang dapat menyebabkan penggulingan dan pergeseran pada dinding penahan tanah perlu diketahui besaran gaya- gaya yang terjadi seperti tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif. Untuk perhitungan tekanan tanah aktif dapat dianalisa dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$K_a = \frac{\frac{32,80}{2}}{\text{tg}^2 45^\circ} = 0,297$$

2.2.2 Tekanan tanah pasif

Menurut Hardiyatmo H. C., (2017) tekanan tanah pasif yaitu tekanan tanah yang terjadi pada saat gaya atau beban mendorong dinding penahan ke arah tanah urugannya (Gambar 2.4), sedangkan nilai banding tekan vertikal dan horizontal yang terjadi diartikan sebagai koefisien tekanan tanah pasif atau disimbolkan K_p . Nilai tekanan pasif lebih besar dibandingkan nilai tekanan tanah saat diam dan nilai K_a atau tekanan tanah aktif. Tekanan tanah pasif menunjukkan nilai maksimum dari beban yang dapat dikembangkan oleh tanah pada gerakan konstruksi dinding penahan terhadap tanah urugannya, yaitu saat dimana tanah harus menahan gerakan dari penahan tanah sebelum mengalami keruntuhan.



Gambar 2.4. Tekanan tanah pasif

(Sumber : Hardiyatmo H. C., 2017)

Perhitungan untuk mengetahui besarnya tekanan tanah pasif dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$K_p = \text{tg}^2 45^\circ \frac{32,80}{2} + = 3,364$$

2.3 Kestabilan Dinding Penahan Tanah

Tekanan tanah dan gaya yang bekerja pada konstruksi dinding penahan tanah sangat dipengaruhi oleh nilai stabilitas dinding penahan tanah sendiri, secara umum penggunaan bahan dalam konstruksi dinding penahan tanah yang berarti memberikan perkuatan pada massa tanah, seperti membesarkan

timbunan di belakang dinding penahan. Perkuatan ini, juga mengurangi potensi beban lateral yang memunculkan perpindahan ke arah horizontal dari pada dinding tersebut sebagai akibat adanya beban vertikal yang dipindahkan menjadi tekanan horizontal yang bekerja di belakang dinding penahan atau biasa disebut juga sebagai tekanan tanah aktif (Pranata, H., 2010).

2.4 Kestabilan terhadap guling

Menurut Hardiyatmo, H.C., (2017), stabilitas terhadap guling merupakan tekanan tanah lateral yang diakibatkan oleh tekanan tanah di belakang dinding penahan tanah, cenderung menggulingkan konstruksinya dengan pusat rotasi pada ujung tapak pondasi. Momen guling ini, dilawan oleh momen yang terjadi akibat berat sendiri dan momen akibat berat tanah diatas tapak pondasi. Tekanan tanah pasif berada di kaki bagian depan tapak sering diabaikan dalam perhitungan stabilitas jika nilainya kecil. Jika tekanan tanah pasif yang ditimbulkan oleh penahan pada dasar pondasi diperhitungkan, maka nilainya harus direduksi untuk mencegah pengaruh-pengaruh seperti iklim, erosi dan retakan akibat tegangan-tegangan tarik tanah dasar yang kohesif.

2.5 Kestabilan terhadap geser

Menurut Hardiyatmo, H.C., (2017), stabilitas terhadap geser dapat diartikan dengan perbandingan gaya yang menahan dinding penahan tanah. Gaya-gaya yang menahan bahaya geser adalah gesekan antara tanah dengan dasar pondasi serta tekanan tanah pasif di depan dinding penahan tanah akibat tanah timbunan. Ada dua kemungkinan gaya yang terjadi berdasarkan pada jenis tanahnya.

1. Tanah dasar pondasi berupa tanah non-kohesif

Besarnya gaya perlawanan adalah $F = N \cdot \mu$. Simbol diartikan F dengan koefisien gesek antara tanah dasar pondasi dan dinding beton sedangkan nilai N dapat dicari dari keseimbangan gaya-gaya vertikal ($\sum F_v = 0$), maka diperoleh $N = V$. Besarnya Nilai F diambil bila alas pondasi relatif kasar maka $F = \tan \phi$ dimana ϕ merupakan sudut geser dalam tanah, sebaliknya bila alas

pondasi relatif halus permukaannya maka diambil $F = \text{tg } (2/3 \varphi)$ sehingga dalam analisisnya digunakan angka keamanan (SF) (Pranata, H., 2010).

2. Tanah dasar pondasi berupa tanah kohesif.

Perlawanan gaya yang terjadi berupa lekatan antara alas pondasi dinding penahan tanah dengan tanah dasar pondasi. Besarnya kekuatan lekatan antara

alas pondasi dinding penahan tanah dengan tanah dasar pondasi adalah $(0,5 - 0,75) c$, di mana c adalah nilai kohesi tanahnya. Dalam menganalisa umumnya diambil sebesar $2/3 c$. Besarnya gaya lekat yang merupakan gaya lawan adalah luas alas pondasi dinding penahan dikali dengan lekatan yang diperoleh dari gaya lawan $= 2/3 c (b \times 1)$ jika diambil dinding 1 meter (Pranata, H., 2010).

Menurut Ramadhani, S., (2010), Gaya-gaya geser pada dinding penahan tanah akan ditahan oleh:

1. Gesekan antara dasar pondasi dan tanah.
2. Tekanan tanah pasif jika di depan dinding penahan terdapat tanah urugan.

Stabilitas terhadap penggeseran pada dinding penahan dihitung dengan menganggap dasar dinding sangat kasar, sehingga sudut gesek ϕ_b

$= \phi$ dan adhesi $C_a = C_2$, dengan menggunakan rumus (3.10) sampai rumus (3.13) dan untuk tanah kohesif $\phi > 0$ dan $C > 0$ maka menggunakan rumus (3.10). Faktor aman

terhadap penggeseran (F_{gs}) untuk jenis tanah kohesif adalah $F_{gs} > 2$.

$$\sum R_h = (22,5 \times 2,5) + (141,053 \times \text{tg } 32,80) = 147,152 \text{ kN/m}$$

$$\sum P_h = 18,772 + 17,342 = 36,115 \text{ kN}$$

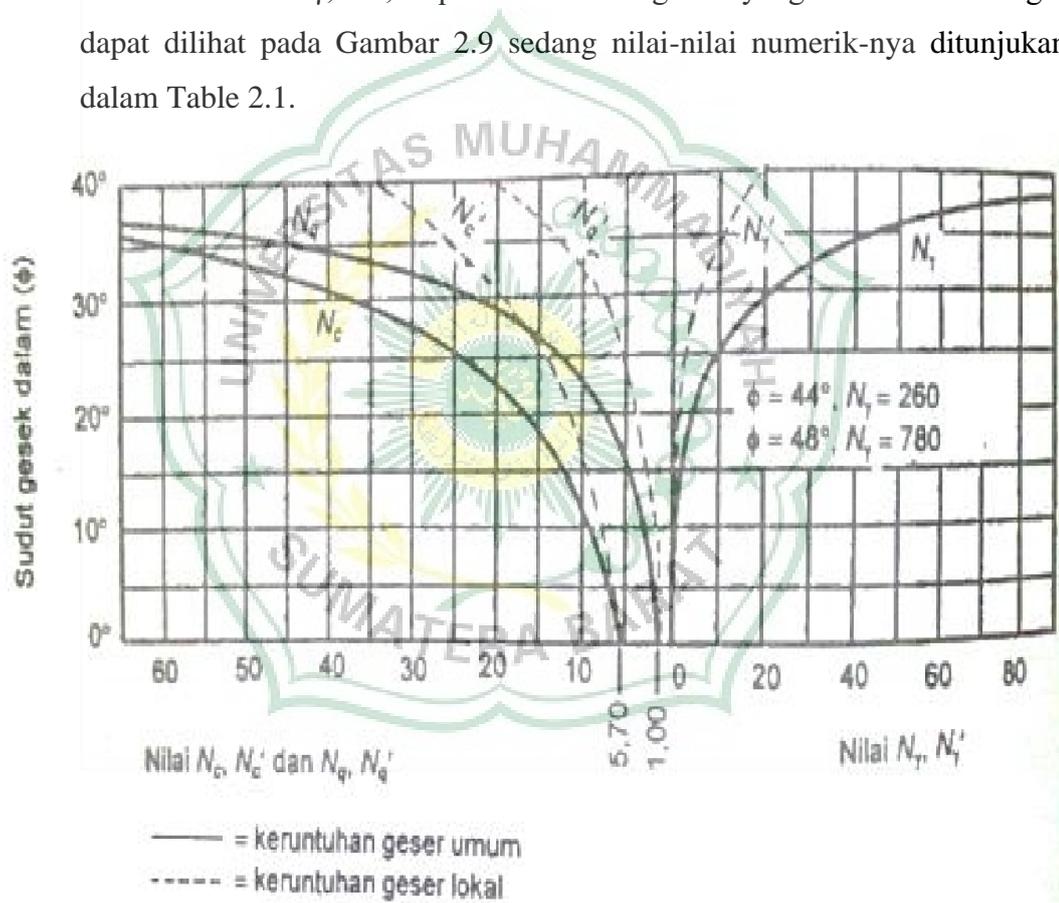
$$F_{gs} = 147,152 / 36,115 = 4,075 > 2 \text{ (aman)}$$

Dari perhitungan faktor aman terhadap penggeseran (F_{gs}) didapat nilai sebesar 4,075 nilai tersebut lebih besar dan mendekati nilai yang disyaratkan yaitu 2 maka dinyatakan aman. Sedangkan nilai faktor aman

terhadap penggeseran (F_{gs}) pada penelitian Gunawan, (2016) yaitu sebesar 4,808 lebih besar dari nilai yang disyaratkan yaitu 1,5 untuk jenis tanah granuler.

2.6 Kestabilan daya dukung tanah

Persamaan yang akan digunakan untuk perhitungan kestabilan daya dukung tanah menggunakan rumus Terzaghi. Pada perhitungan kapasitas dukung teori Terzaghi, tahanan geser tanah di atas dasar fondasi diabaikan. Oleh karena itu, untuk pondasi yang dalam kesalahan hitungan menjadi besar. Nilai-nilai dari N_γ , N_c , N_q dalam bentuk grafik yang diberikan Terzaghi dapat dilihat pada Gambar 2.9 sedang nilai-nilai numerik-nya ditunjukkan dalam Table 2.1.



Gambar 2.5 Hubungan ϕ dan N_γ , N_c , N_q

(Sumber : Hardiyatmo, H.C., 2014)

2.7 Faktor keamanan

Faktor keamanan terhadap longsor didefinisikan sebagai perbandingan kekuatan geser maksimum yang dimiliki tanah di bidang longsor yang diandaikan (s) dengan tahanan geser yang diperlukan untuk keseimbangan (τ), atau

Secara teoritis tingkat nilai faktor keamanan dapat dilihat pada tabel 2.2:

Tabel 2.2 Tingkat nilai Fk teoritis

Tabel 2.2 Tingkat nilai Fk teoritis Fk	Keterangan
> 1	Stabil
= 1	Kritis
< 1	Labil

(Sumber : Rajagukguk, dkk, 2014)

Sedangkan dalam prakteknya menurut (Rajagukguk, dkk, 2014):

Tabel 2.3 Tingkat nilai Fk dalam praktek

Tabel 2.3 Tingkat nilai Fk dalam praktek Fk	Keterangan
> 1,5	Stabil
= 1,07 < Fk < 1,5	Kritis
< 1,07	Labil

(Sumber : Rajagukguk, dkk, 2014)

2.7.1 Prosedur pengujian laboratorium

Percobaan yang dilakukan di laboratorium bermaksud untuk mengetahui karakteristik tanah dan untuk mencari parameter geser tanah.

Percobaan yang dilakukan antara lain:

1. Pengujian batas – batas Atterberg
2. Pengujian kadar air
3. Pengujian berat jenis
4. Pengujian distribusi ukuran butir
5. Pengujian geser langsung

2.8 Dinding Penahan Tanah (*Retaining Wall*)

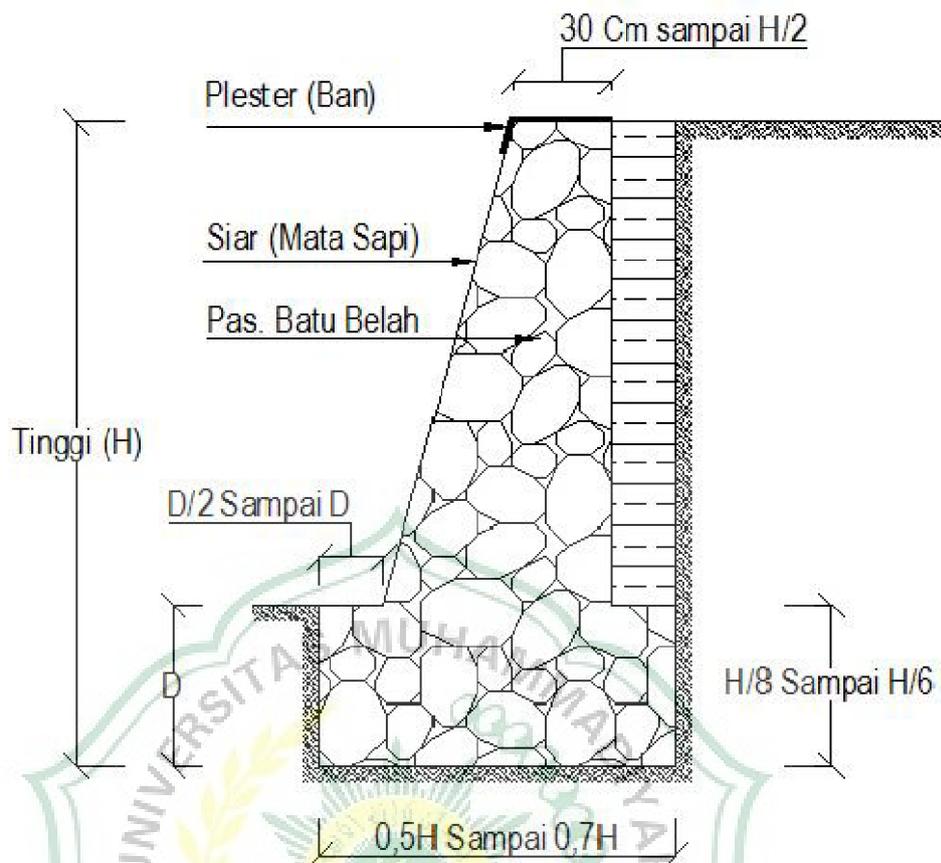
Dinding penahan tanah (*Retaining Wall*) merupakan suatu konstruksi yang dibuat dengan tujuan sebagai pengamanan tanah pada bagian yang berbentuk lereng agar tidak terjadi longsor. Menurut Bowles, (1999) dalam (Hakam A., dan Mulya R. P., 2011) Dinding penahan tanah adalah konstruksi penahan yang digunakan sebagai stabilitas tanah maupun bahan lain yang kondisi masa bahannya tidak memiliki kemiringan alami, dan juga digunakan untuk menopang atau menahan timbunan tanah atau material lainnya.

2.9 Jenis – jenis Dinding Penahan Tanah

Berdasarkan dari cara untuk mencapai stabilitasnya, dinding penahan tanah dapat dikelompokkan dalam beberapa jenis yaitu dinding tipe gravitasi, dinding tipe kantilever, dinding tipe kontravort, dan dinding tipe butters. Penjelasan beberapa jenis dinding penahan tersebut tanah antara lain:

1. Dinding penahan tanah tipe gravitasi (*gravity wall*)

Dinding tipe gravitasi terbuat dari beton tanpa tulangan atau pasangan batu belah, pada dinding penahan jenis ini dipasang tulangan di bagian permukaan dinding untuk mencegah retakan permukaan karena perubahan temperatur. Gambar dinding penahan tanah tipe gravitasi (*gravity wall*) dapat dilihat pada gambar 2.6

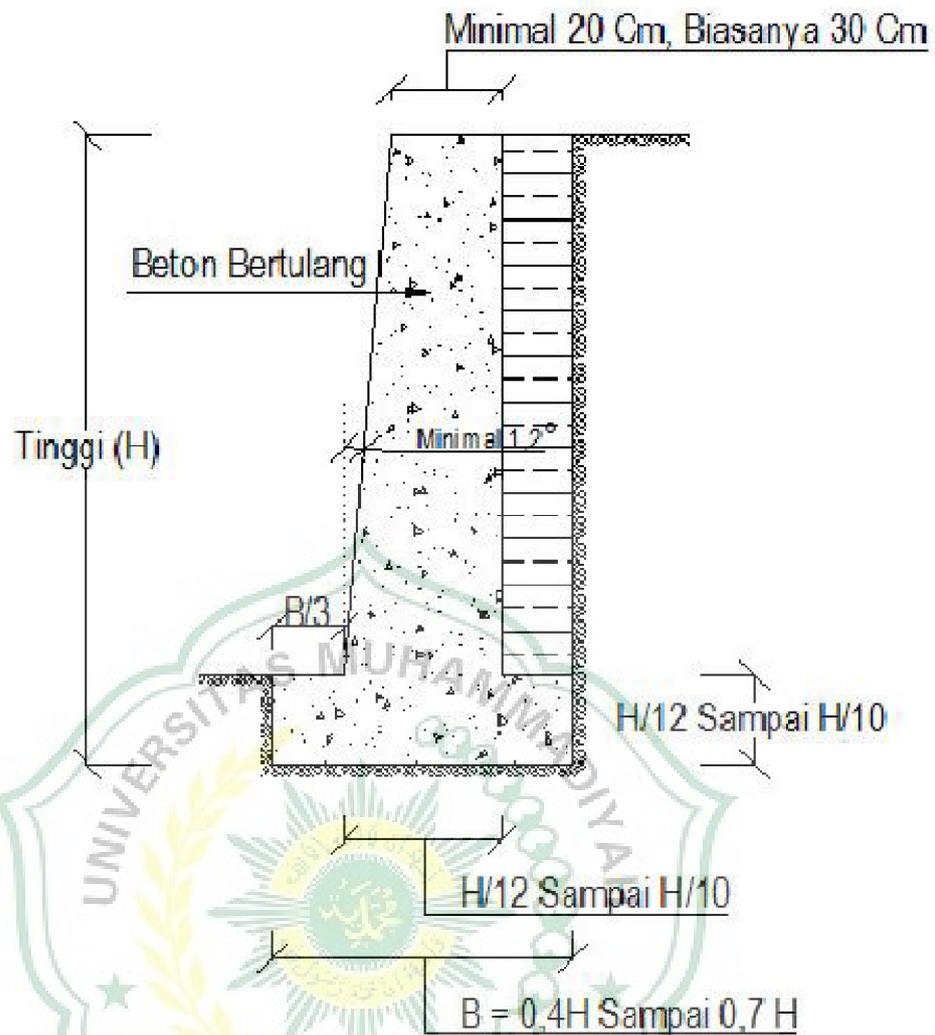


Gambar 2.6 Dinding penahan tanah tipe gravitasi (*gravity wall*)

(Sumber : Yusriadi, 2013)

2. Dinding penahan tanah tipe kantilever (*cantilever retaining wall*)

Dinding tipe ini terdiri dari kombinasi dinding dan pelat pondasi dengan material beton bertulang yang berbentuk huruf T. Ketebalan dari kedua bagian struktur ini relatif tipis dan diberi tulangan penuh untuk menahan momen dan gaya lintang yang bekerja pada dinding tersebut. Stabilitas dinding penahan tipe ini diperoleh dari berat sendiri dan berat tanah diatas tumit tapak (*hell*). Terdapat 3 bagian struktur yang berfungsi sebagai kantilever, yaitu bagian dinding vertikal (*steem*), tumit tapak dan ujung kaki tapak (*toe*). Biasanya ketinggian dinding ini tidak lebih dari 6 meter – 7 meter. Gambar dinding penahan tanah tipe kantilever (*cantilever retaining wall*) dapat dilihat pada gambar 2.7

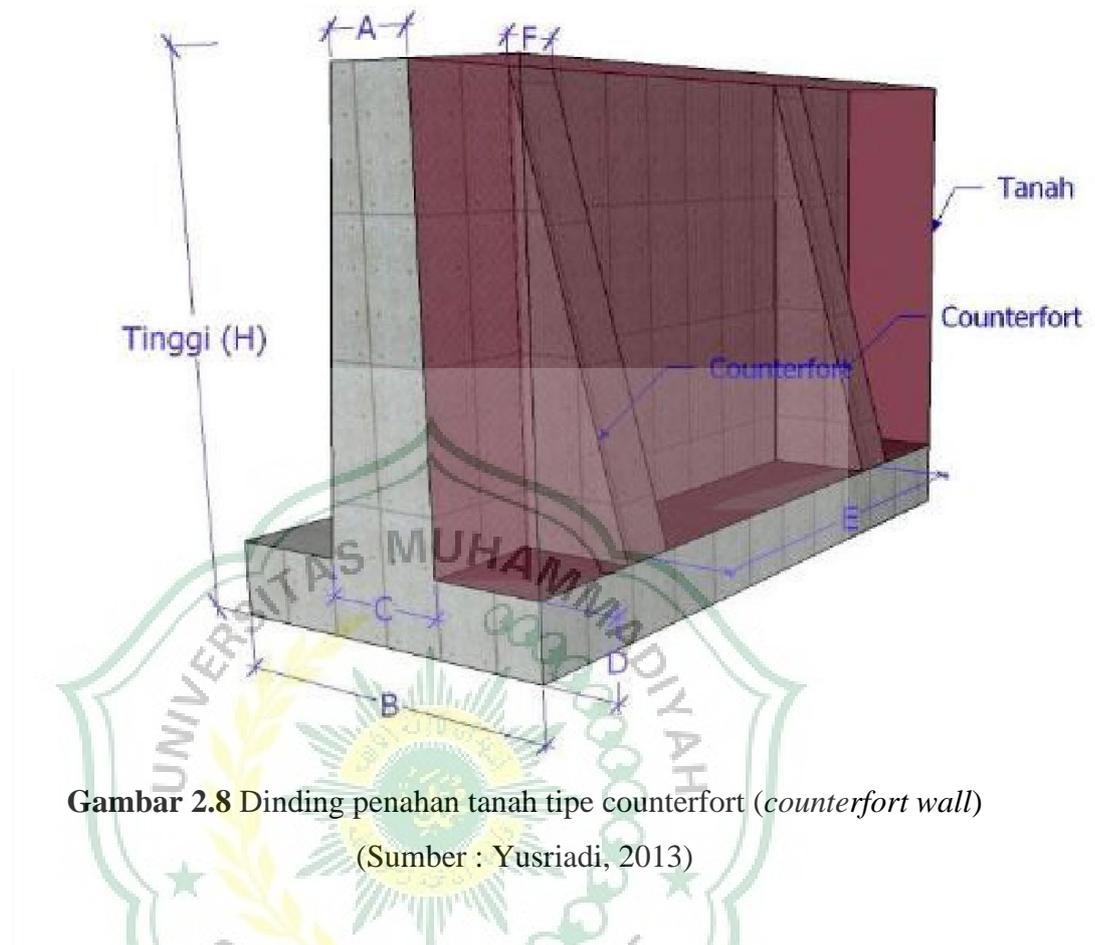


Gambar 2.7 Dinding penahan tanah tipe kantilever
(Sumber : Yusriadi, 2013)

3. Dinding Penahan Tanah Tipe Counterfort (*Counterfort wall*)

Jenis dinding ini terdiri dari dinding beton bertulang yang tipis dan di bagian dalam dinding pada jarak tertentu didukung oleh pelat vertikal yang disebut counterfort (dinding penguat). Ruang pada bagian atas pelat pondasi diisi dengan tanah urug. Apabila tekanan tanah aktif pada dinding vertikal cukup besar, maka bagian dinding vertikal dan tumit perlu disatukan (*contrafort*) Kontrafort berfungsi sebagai pengikat tarik dinding vertikal dan ditempatkan pada bagian timbunan dengan jarak interval tertentu. Dinding kontrafort akan lebih ekonomis digunakan bila ketinggian dinding lebih dari 7 meter. Dinding penahan tanah tipe

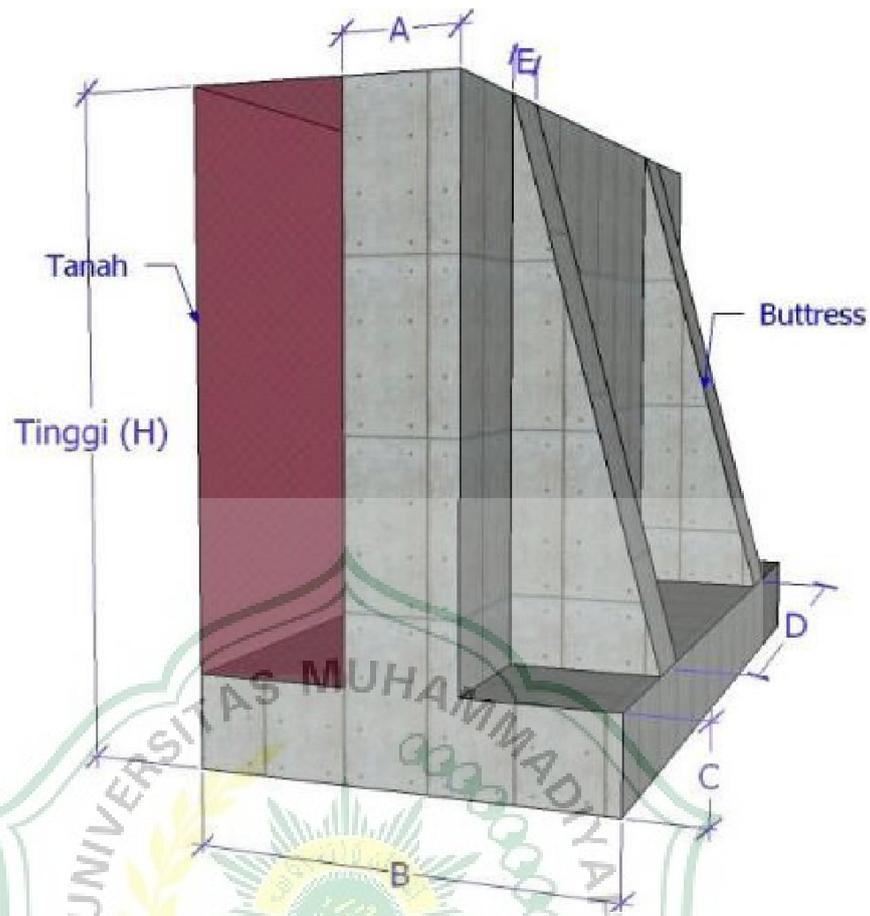
Counterfort (*Counterfort wall*) dapat dilihat pada gambar 2.8 sebagai berikut:



Gambar 2.8 Dinding penahan tanah tipe counterfort (*counterfort wall*)
(Sumber : Yusriadi, 2013)

4. Dinding penahan tanah tipe buttress (*butters wall*)

Dinding Buttress hampir sama dengan dinding contrafort, hanya bedanya bagian kontrafort diletakkan pada bagian depan dinding. Dalam hal ini, struktur kontrafort berfungsi memikul tegangan tekan. Pada dinding ini, bagian tumit lebih pendek dari pada bagian kaki. Stabilitas konstruksinya diperoleh dari berat sendiri dinding penahan dan berat tanah diatas tumit tapak. Dinding ini dibangun pada sisi dinding di bawah tertekan untuk memperkecil gaya irisan yang bekerja pada dinding memanjang dan pelat lantai. Dinding ini lebih ekonomis untuk ketinggian lebih dari 7 meter. Kelemahan dari dinding ini adalah penahannya yang lebih sulit daripada jenis lainnya dan pemadatan dengan cara rolling pada tanah di bagian belakang adalah jauh lebih sulit. Desain dinding penahan tanah tipe Buttress (*butters wall*) dapat dilihat pada gambar 2.9



Gambar 2.9 Dinding penahan tanah tipe buttress (*batters wall*)
(Sumber : Yusriadi, 2013)

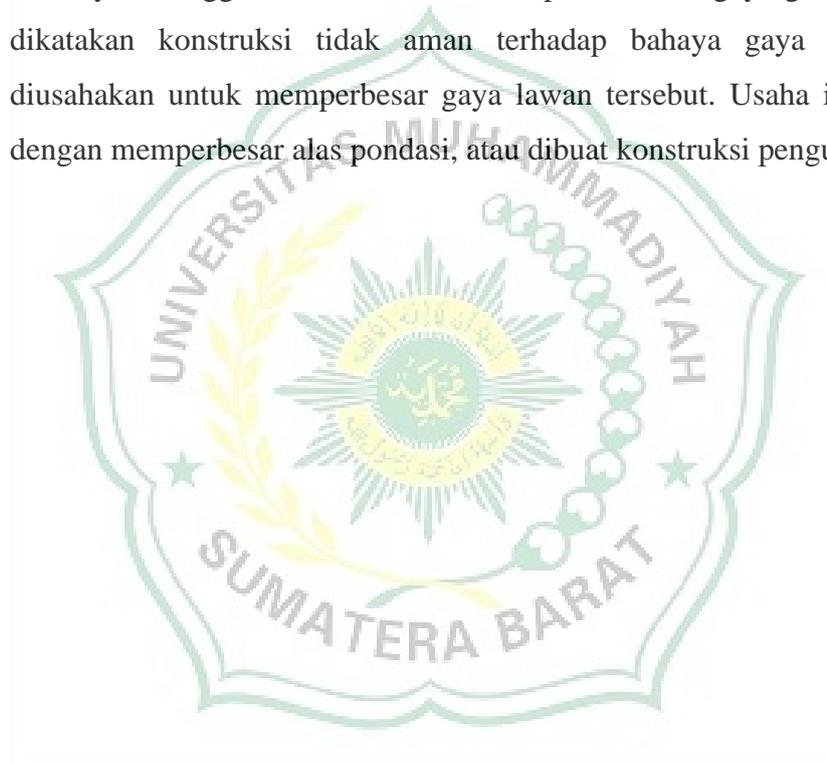
2.10 Stabilitas Dinding Penahan Tanah

Untuk mengetahui stabilitas dinding penahan tanah kantilever, perlu dilakukan pengecekan terhadap dinding kantilever tersebut. Pengecekan tersebut diantaranya, cek terhadap guling, cek terhadap geser, cek terhadap keruntuhan daya dukung. Faktor aman terhadap (F_{gl}) bergantung pada jenis tanah, yaitu, $F_{gl} \geq 1,5$ untuk tanah dasar berbutir/granular, $F_{gl} \geq 2$ untuk tanah dasar kohesif. Menghitung stabilitas terhadap penggeseran, Gaya-gaya yang menggeser dinding penahan tanah akan ditahan oleh Gesekan antara tanah dan dasar pondasi, Tekanan tanah pasif bila di depan dinding penahan terdapat tanah timbunan. Menurut Bowles, (1997) dalam (Setiawan H, 2011) dalam menyarankan faktor aman terhadap penggeseran dasar pondasi (F_{gs}) minimum 1,5.

Bila dinding penahan tanah dalam keadaan stabil, maka gaya-gaya yang

bekerja dalam keadaan seimbang ($\Sigma F = 0$ dan $\Sigma M = 0$). Perlawanan terhadap gaya dorong ini terjadi pada bidang kontak antara dasar dinding penahan tanah dan tanah dasar pondasi. Pada kondisi tertentu gaya geser sedemikian besarnya sehingga konstruksi tidak mampu melawan gaya geser atau dapat dikatakan konstruksi tidak aman terhadap bahaya gaya geser, maka diusahakan untuk memperbesar gaya lawan tersebut. Usaha itu dilakukan dengan memperbesar alas pondasi, atau dibuat konstruksi pengunci.

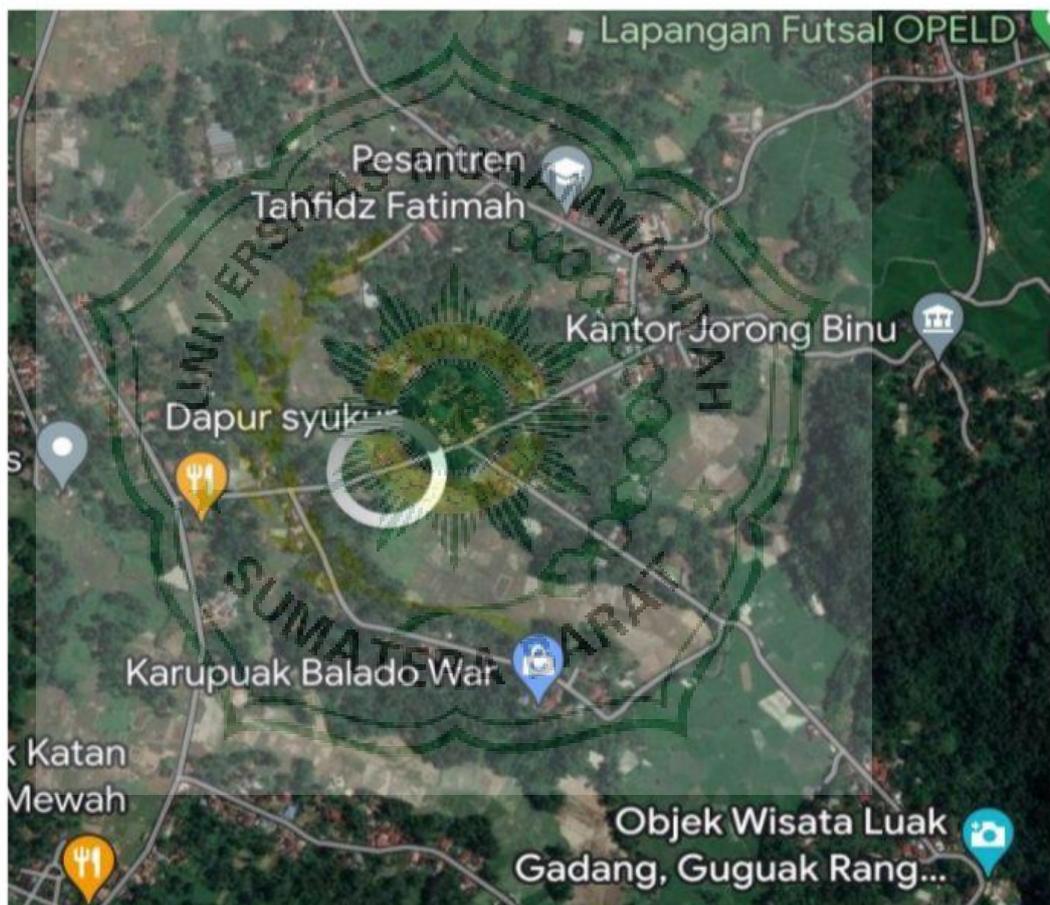
gaya dorong ini terjadi pada bidang kontak antara dasar dinding penahan tanah dan tanah dasar pondasi. Pada kondisi tertentu gaya geser sedemikian besarnya sehingga konstruksi tidak mampu melawan gaya geser atau dapat dikatakan konstruksi tidak aman terhadap bahaya gaya geser, maka diusahakan untuk memperbesar gaya lawan tersebut. Usaha itu dilakukan dengan memperbesar alas pondasi, atau dibuat konstruksi pengunci.



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada jalan jorong Binu nagari kamang hilia kecamatan kamang magek . Penelitian ini meninjau pekerjaan dinding penahan tanah. Untuk itu penulis ingin membuat perencanaan dinding penahan tanah di jorong Binu nagari Kamang Mudiak kecamatan Kamang magek ini



Gambar 3.1 Lokasi penelitian
(Sumber : Google Maps, 2022)

3.2 Data Penelitian

Metode pengumpulan data pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahap sebagai berikut:

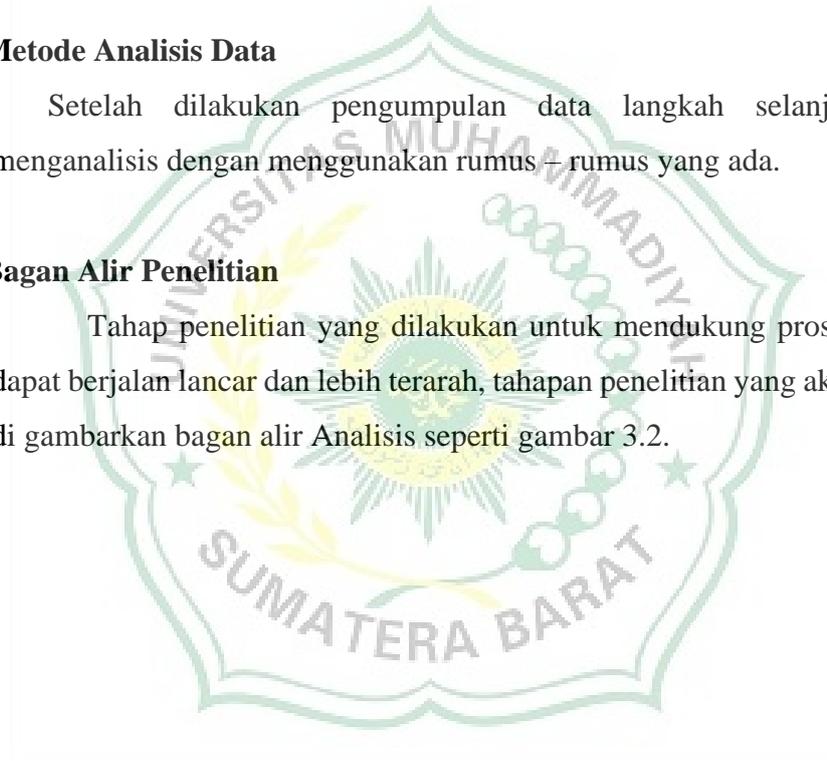
1. Pengambilan sampel tanah menggunakan alat hand bor dan sondir
2. Pengukuran tinggi elevasi lereng menggunakan waterpass
3. Pengukuran panjang daerah lereng menggunakan meteran
4. Pengujian sampel tanah di laboratorium. Data yang akan dibutuhkan adalah berat volume tanah, kohesi, dan sudut geser dalam tanah

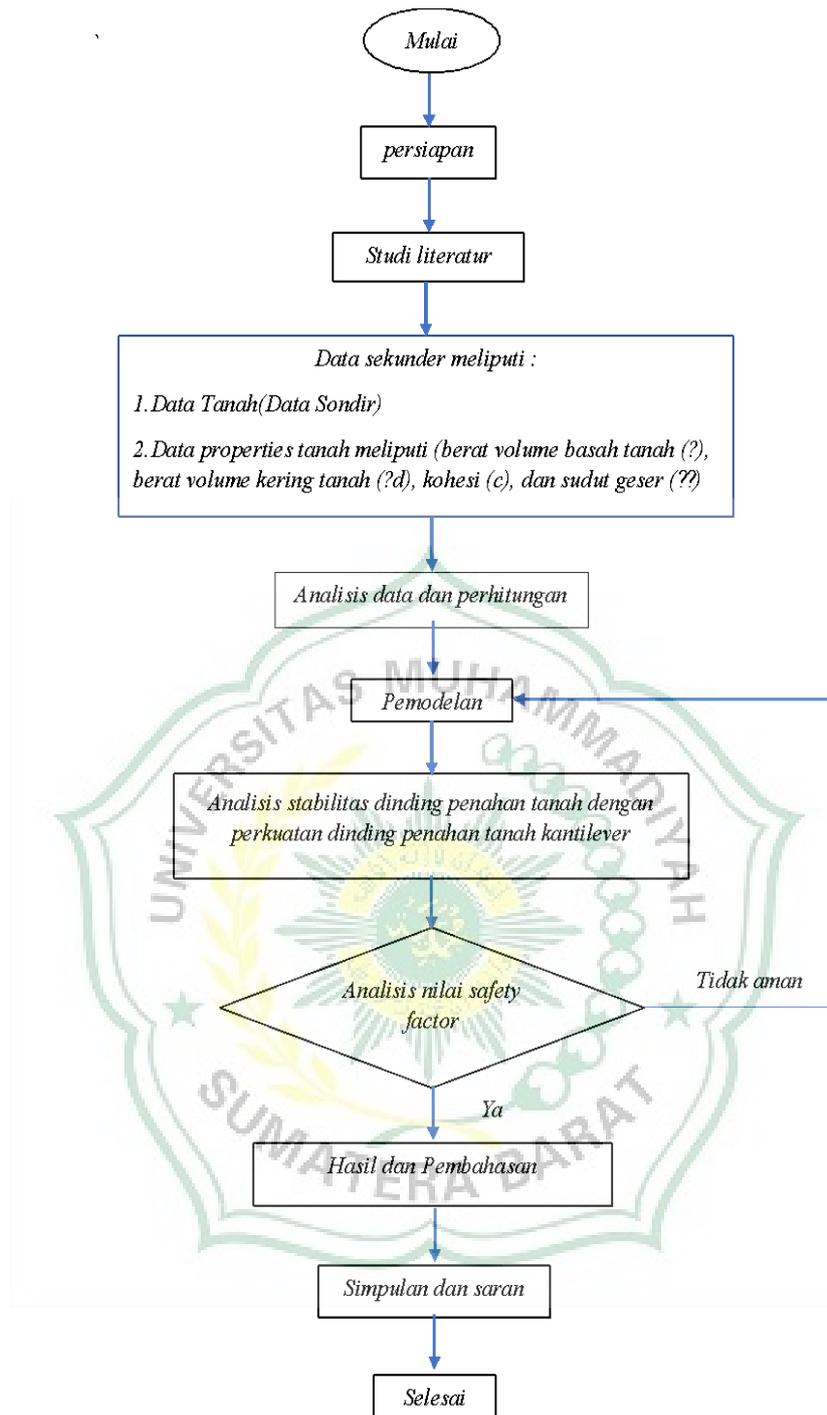
3.3 Metode Analisis Data

Setelah dilakukan pengumpulan data langkah selanjutnya yaitu menganalisis dengan menggunakan rumus – rumus yang ada.

3.4 Bagan Alir Penelitian

Tahap penelitian yang dilakukan untuk mendukung proses penelitian dapat berjalan lancar dan lebih terarah, tahapan penelitian yang akan dilakukan di gambarkan bagan alir Analisis seperti gambar 3.2.





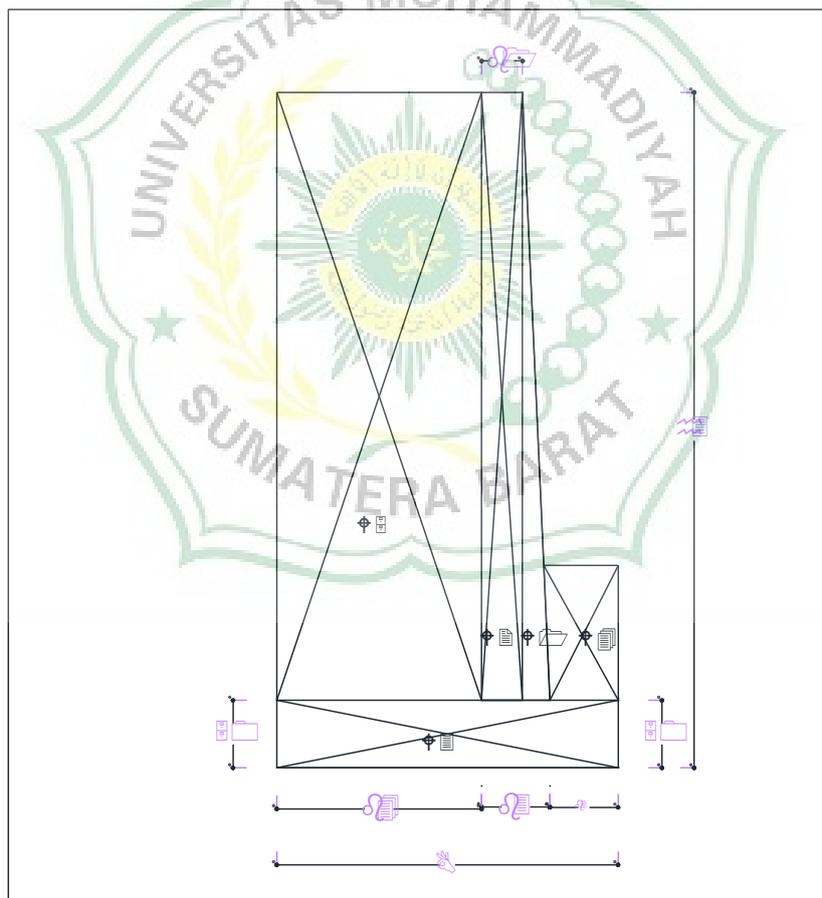
Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

BAB IV PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan Tekanan Tanah Lateral

Kondisi geologi tanah di Jorong binu nagari Kamang Mudiak Kecamatan Kamang Magek di kategori sebagai tanah berbutir halus sampai kasar (pasir dan tanah liat), tanah lempung lunak dan lempung keras.

Untuk perhitungan *Retaining Wall*, diperlukan data tanah dilapangan. Dikarenakan data dari hasil pengujian laboratorium yang diminta dari kontraktor sebagai pelaksana pekerjaan pada lokasi pembangunan Di Jorong Binu



Gambar 4.1 Perhitungan berat sendiri struktur

(Sumber : Hasil penelitian 2022)

Perhitungan berat sendiri bangunan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Beton W1} &= b_1 \cdot h_3 \cdot \gamma_c \\ &= 0,3 \times 5 \times 2,4 \\ &= 3,6 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beton W2} &= \frac{1}{2} (b_3 - b_1) h_3 \gamma_c \\ &= \frac{1}{2} (0,5 - 0,3) 5 \times 2,4 \\ &= 1,2 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beton W3} &= h_2 \cdot b \cdot \gamma_c \\ &= 0,5 \times 2,5 \times 2,4 \\ &= 3 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beton W4} &= \frac{1}{2} (b_3 - b_1) h_3 \gamma_c \\ &= \frac{1}{2} (0,5 - 0,3) 5 \times 1,6 \\ &= 0,8 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beton W5} &= b_4 \cdot h_3 \cdot \gamma_c \\ &= 0,5 \times 5 \times 1,6 \\ &= 4 \text{ ton}\end{aligned}$$



Perhitungan momen berat sendiri bangunan sebagai berikut

M = W lengan momen berat sendiri bangunan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}M1 &= W1 \left(\left(\frac{1}{2} b1 \right) + b2 \right) \\&= 3,6 \left(\left(\frac{1}{2} \times 0,3 \right) + 0,5 \right) \\&= 3,6 \left(\left(\frac{1}{2} \times 0,3 \right) + 0,5 \right) \\&= 2,34 \text{ ton}\end{aligned}$$

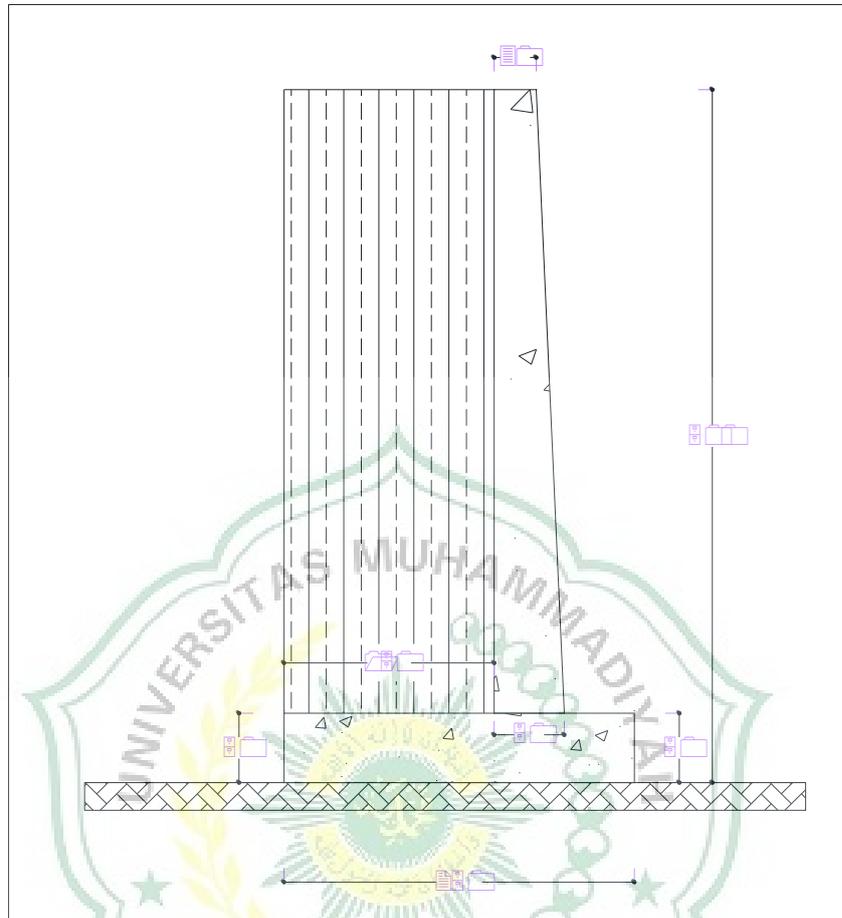
$$\begin{aligned}M2 &= W2 \left(\left(\frac{1}{2} (b3 - b1) \right) + b1 + b2 \right) \\&= 1,2 \left(\left(\frac{1}{2} \times 0,3 \right) + 0,5 \right) \\&= 2,24 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M3 &= W3 \left(\frac{1}{2} B \right) \\&= 3 \left(\left(\frac{1}{2} \times 2,5 \right) \right) \\&= 3,75 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M4 &= W4 \left(\left(\frac{2}{3} (b3 - b1) \right) + b1 + b2 \right) \\&= 0,8 \left(\left(\frac{2}{3} (0,5 - 0,3) \right) + 0,3 + 1,5 \right) \\&= 1,54 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M5 &= W5 \left(\left(\frac{1}{2} b4 \right) + b3 + b2 \right) + b1 + b2 \\&= 4 \left(\left(\frac{1}{2} \times 0,5 \right) + 0,5 + 1,5 \right) + 0,3 + 1,5 \\&= 16,2 \text{ ton}\end{aligned}$$

4.2 Desain Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever



Gambar 4.2 Perhitungan berat sendiri struktur

(Sumber : Hasil penelitian 2022)

untuk itu diperlukan analisis dimensi *Retaining wall* tipe kantilever sebagai berikut:

1. Lebar tapak (B) = 0,5-0,7 meter = $0,5 \times 5 = 2,5$ meter
2. Tinggi Pasif (Df) = $1/3 \cdot H = 1,5$ meter
3. Lebar Atas (B1) = 0,3 meter
4. Tebal dinding = 0,3 – 0,5 m. saya gunakan 0,30 m
5. Tebal = 0,5 meter

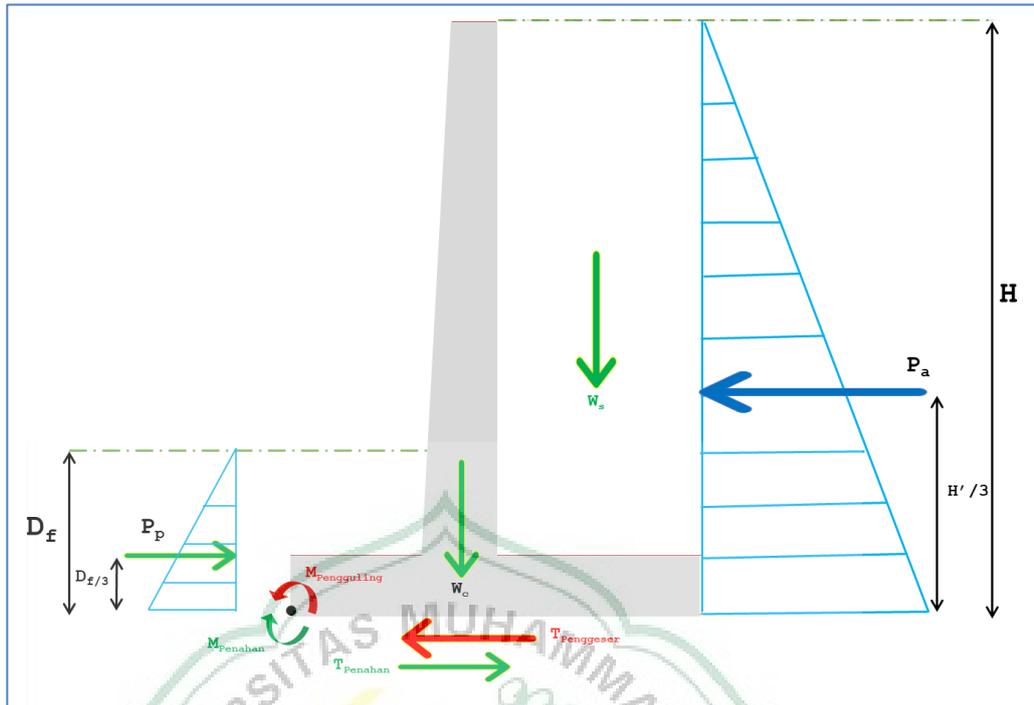
4.3 Perhitungan Tekanan Tanah Aktif dan Tanah Pasif

Dari hasil pengujian laboratorium sampel tanah yang saya peroleh dari konsultan perencana, terhadap titik sampel tanah di Jorong Binu pada kedalaman 1 m – 5 m pada sampel 1 maka dapat hasil yang digunakan untuk perhitungan dapat dilihat melalui table dibawah

Tabel 4.1 Data tanah

UJI PENETRASI LAPANGAN DENGAN SONDIR								
Kedalaman MT (m)	Perlawanan penetrasi konus (PK) (kg/cm ²)	Perlawanan penetrasi konus (PK) (kN/cm ²)	Jumlah Perlawanan (JP) (Kg/cm ²)	Hambatan Lekat HL = jP/PK (kg/cm ²)	HL x 20/10 (Kg/cm ²)	Hambatan Lekat HL = jP-PK (kN/cm ²)	Jumlah Hambatan Lekat (JHL) (Kg/cm ²)	Hambatan Setempat HS = HL/10 (Kg/cm ²)
0,00	0	0,00	0	0	0	0	0	0
0,2	1	0,10	0	0	0	0	0	0
0,4	1	0,10	0	0	0	0	0	0
0,6	5	0,50	7	2	4	0,2	2	0,4
0,8	5	0,50	7	2	4	0,2	4	0,4
1	5	0,50	10	5	10	0,5	9	1
1,2	5	0,50	10	5	10	0,5	14	1
1,4	5	0,50	10	5	10	0,5	19	1
1,6	5	0,50	10	5	10	0,5	24	1
1,8	5	0,50	10	5	10	0,5	29	1
2	10	1,00	15	5	10	0,5	34	1
2,2	10	1,00	15	5	10	0,5	39	1
2,4	10	1,00	15	5	10	0,5	44	1
2,6	10	1,00	15	5	10	0,5	49	1
2,8	10	1,00	20	10	20	1	54	2
3	25	2,50	40	15	30	1,5	64	3
3,2	50	5,00	65	15	30	1,5	69	3
3,4	80	8,00	85	5	10	0,5	69	1
3,6	80	8,00	85	5	10	0,5	74	1
3,8	100	10,00	110	10	20	1	79	2
4	100	10,00	110	10	20	1	84	2
4,2	120	12,00	125	10	20	1	89	2
4,4	120	12,00	130	10	20	1	94	2
4,6	145	14,50	155	10	20	1	94	2
4,8	145	14,50	155	10	20	1	94	2
5	150	15,00	160	10	20	1	94	2
Keterangan	No titik	Tiga (3)		No Alat				
	Muka Tanah	0,00		Sondir				
	M.A.T			Manometer				
	Kedalaman			Sondir Datar				
Jumlah Hambatan Setempat setiap 20 cm								

(Sumber: Pengujian laboratorium, 2022)



Gambar 4.3 Gaya-gaya pada dinding penahan tanah

(Sumber : Hasil Penelitian 2022)

1. Berat jenis Tanah

$$y = 0,27 [\log Rf] + 0,36 [\log(qt/pa)] + 1,236$$

$$y = 0,27(0,824) + 0,36(2.241) + 1,236$$

$$y = 22,65 \text{ kN}$$

2. Sudut geser Tanah

$$\tan' = \frac{1}{2,68} [\log \left(\frac{qc}{'vo} \right) + 0,29]$$

$$\tan' = 17,6 = 11 \log (Qtn)$$

$$\tan' = 42$$

3. Kohesi

$$c = \frac{k M}{Yw}$$

$$c = 5$$

Tabel 4.2 Data tanah hasil pengujian

No	Parameter Pengujian	Hasil Pengujian
1	Berat volume tanah aktif (kN/m ³)	22
2	Sudut gesek tanah ϕ (°)	42
3	Kohesi c (kN/m ²)	5

(Sumber: Pengujian laboratorium, 2022)

4.3.1 Tekanan tanah aktif

Koefisien tekanan tanah tanah aktif (Rankine)

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) = 0,198$$

Tekanan tanah aktif $p_a = \frac{1}{2} \times 108,4 - 0,06 = 50,08 \text{ kN}$

Garis kerja Pa dari dasar DPT $\gamma_a = \frac{1}{3} H = 1,67 \text{ m}$

4.3.2 Tekanan tanah pasif

Koefisien tekanan tanah tanah pasif (Rankine)

$$K_a = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) = 0,198$$

Tekanan tanah pasif

$$p_p = \frac{1}{2} \times 149,45 + 45,20 = 119,92 \text{ kn}$$

Garis kerja Pa dari dasar DPT

$$\gamma_p = \frac{1}{3} Df = 0,50$$

4.4 Stabilitas Akibat Guling (*Overtuning*)

Perhitungan stabilitas terhadap penggulingan (F_{gi}) sebagai berikut:

Tabel 4.3 Data hasil perhitungan

No	Struktur	Lengan moment	Luas	Berat	Moment
		m	m ²	kN	kN.m
1	DPT	$B2+(B3-B1)+(B1/2)$	$L5(L2-l8)$	Luas x yc	B x Lm
		$0,5+(0,5-0,3)+(0,3/2)$	$0,3*(5-0,5)$	$1,35 \times 24$	$32,40 \times 0,85$
		0,85	1,35	32,40	27,54
2	DPT	$0,5 \times B$	$B \times T$	Luas x yc	B x Lm
		$0,5 \times 2,5$	$2,5 \times 0,5$	$1,25 \times 24$	$30,00 \times 1,25$
		1,25	1,25	30,00	37,50
3	DPT	$L6+((L7-L5) \times (2/3))$	$(L2-L8) \times (L7-L5) \times 0,5$	Luas x yc	B x Lm
		$0,5+((0,5-0,3) \times (2/3))$	$(5-0,5) \times (0,5-0,3) \times 0,5$	$0,45 \times 24$	$10,80 \times 0,63$
		0,63	0,45	10,80	6,84
4	Soil	$((L4-L5-L7)/2)+(L6+L7)$	$(L2-L8) \times (L4-(L6+L7))$	Luas x yc	B x Lm
		$((2,5-0,3-0,5)/2)+(0,5+0,5)$	$(5-0,5) \times (2,5-(0,5+0,5))$	$6,75 \times 22$	$148,50 \times 1,75$
		1,75	6,75	148,50	259,88
				$\Sigma W = 221,70 \text{ kN}$	$\Sigma M = 391,72 \text{ kN}$

(Sumber: Hasil Perhitungan Sendiri, 2022)

a. M penahan :

$$\text{Total Berat } \Sigma W = 221,70 \text{ kN}$$

$$\Sigma M \text{ Penahan} = 391,72 \text{ kN}$$

b. M pengguling

momen pengguling pada tekanan tanah aktif

$$\Sigma M \text{ pengguling } (50,08 \times 1,67) = 83,47 \text{ kN}$$

c. Cek stabilitas guling (*overtuning*)

$$SF = \frac{391,72}{83,47} = 4,69 > 2 \text{ (aman)}$$

4.5 Stabilitas Terhadap Kapasitas Geser (*Sliding*)

Faktor aman untuk jenis tanah kohesif adalah $F > 3$. Dengan menggunakan rumus (3.16) sampai rumus (3.20), perhitungan dilakukan sebagai berikut:

1. Mencari tahanan geser pada dasar pondasi

$$\delta = 0,75 \times 5 = 3,75$$

$$T \text{ tahanan} = (221,75 \times \text{Tg}3,75) + (30 \times 2,5) + 119,92 = 209,45 \text{ kN}$$

2. Gaya penggeser

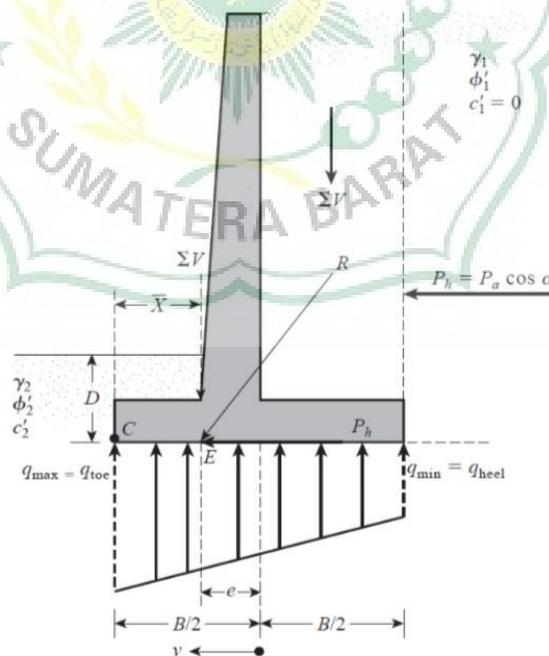
$$T_{\text{penggeser}} = 50,08 \text{ kN/m}^3$$

3. Cek stabilitas geser

$$SF_{\text{geser}} = \frac{209,45}{50,08} = 4,18 > 1,5 \text{ (aman)}$$

4.6 Stabilitas Terhadap daya dukung (*Bearing Capacity*)

Stabilitas terhadap daya dukung pada dinding penahan dihitung dengan menganggap dasar dinding sangat kasar, sehingga sudut geser



Gambar 4.4 Gaya-gaya dinding penahan tanah

(Sumber : Hasil Penelitian 2022)

a. $M_{net} = \sum M_{penahan} - \sum M_{guling}$

$$M_{net} = 391,72 - 83,47$$

$$= 308,25 \text{ kN/m}$$

b. $X = M_{net} / \sum W$

$$X = 308,72 / 221,70$$

$$= 1,39 \text{ m}$$

c. Esentrisitas

$$e = (B/2) - x$$

$$e = (2,5/2) - 1,39$$

$$= -0,14$$

d. Tegangan Max

$$Q_{max} = (\sum w/B)(1 + (6e/B))$$

$$Q_{max} = (221,70/2,5)(1 + (6 \times -0,14/2,5))$$

$$= 58,80 \text{ kN/m}$$

e. Tegangan Minimum

$$Q_{min} = (\sum w/B)(1 - (6e/B))$$

$$= (181,20/2,5)(1 - (6 \times -0,08/2,5))$$

$$= 118,56 \text{ kN/m}$$

f. Tekanan tanah

$$q = \gamma_1 \times D_f$$

$$q = 18 \times 1,5$$

$$= 27,00 \text{ kN/m}$$

g. Lebar efektif

$$B' = B - (2e)$$

$$B' = 2,5 - (2 \times (-0,14))$$

$$= 2,78 \text{ m}$$

h. Faktor daya dukung

$$N_c = 5,00$$

$$N_q = 6,50$$

$$N_\gamma = 1,60$$

Daya dukung *ultimate*

$$Q_u = (C \times N_c) + (q \times N_q) + (1/2 \times (\gamma' - 10) \times N_\gamma \times B')$$

$$Q_u = (30 \times 5,00) + (27,00 \times 6,50) + (0,5 \times (18-10) \times 1,60 \times 2,78) \\ = 343,30 \text{ kN/m}$$

i. Faktor keamanan terhadap daya dukung

$$SF = (Q_u / Q_{max})$$

$$SF = 343,30 / 58,80$$

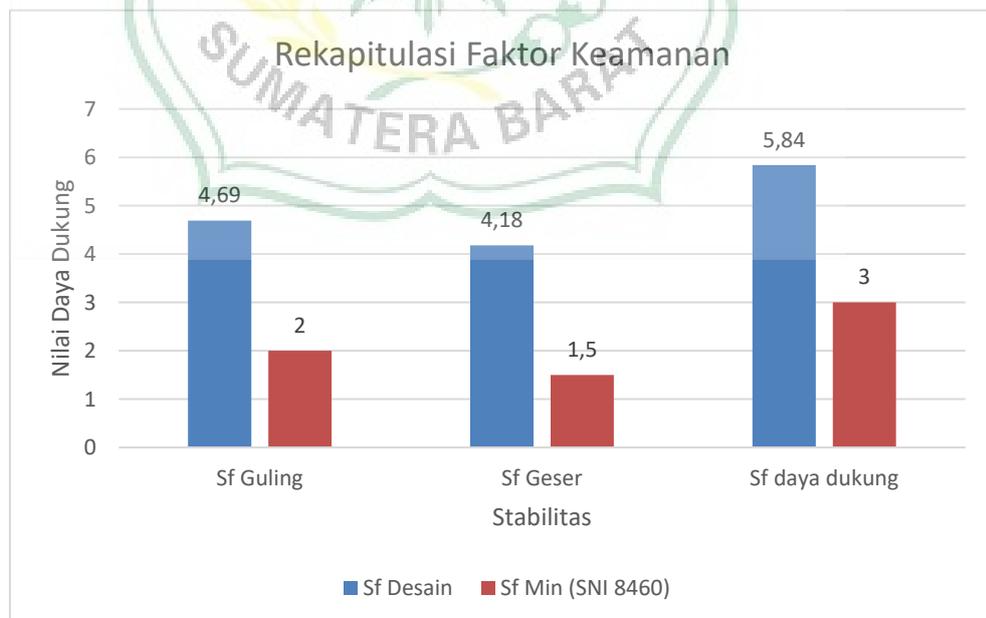
$$= 5,84 > 3 \text{ (Aman)}$$

SF daya dukung (SNI 8460:2017) = 3

4.7 Rekapitulasi Faktor Keamanan

Tabel 4.4 Rekapitulasi daya dukung

Stabilitas	SF desain	SFmin (SNI 8460)	Cek
Guling	4,69	2,0	Oke
Geser	4,18	1,5	Oke
Daya dukung	5,84	3,0	Oke



Gambar 4.5 Rekapitulasei Faktor Keamanan
(Sumber : Hasil Penelitian 2022)

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil dari perencanaan maka diperoleh hasil stabilitas terhadap penggeseran (Fgs) $4,18 > 1,5$ (aman) stabilitas terhadap penggulingan (Fgl) $4,69 > 2$ (aman) stabilitas terhadap kapasitas dukung tanah (F) $5,84 > 3$.(aman)

5.2 Saran

Dari hasil perhitungan bidang gelincir dan analisis dinding penahan tanah pada lereng disarankan beberapa hal yaitu :

1. Perlu ditinjau apakah stabilitas lereng dapat dilakukan dengan melakukan metode lain
2. Perlu ditinjau penggunaan dinding penahan tanah tipe lain untuk menentukan tipe yang lebih efektif dan ekonomis
3. Perhitungan pada dinding penahan tanah ini hanya memperhitungkan stabilitas terhadap bahaya geser, bahaya guling dan kapasitas dukung tanah jika penelitian ini akan dijadikan penelitian lanjutan maka peneliti dapat melanjutkan ke perhitungan penulangan, perhitungan penurunan dan rencana anggaran biayanya
4. Dalam perencanaan perlu diperhitungkan drainase atau rembesan pada dinding penahan tanah untuk mendukung stabilitasnya.

DAFTAR PUSTAKA

- (Robertson), K. C. (2010). *Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering*. Signal Hill, California 90755 .
- Area, U. M. (2018). *EVALUASI PERHITUNGAN RETAINING WALL SEBAGAI STRUKTUR PENAHAN TANAH BASEMENT APARTEMEN SKY VIEW SETIA BUDI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MEDAN AREA MEDAN*. 2018.
- Atmojo, G.N., dan Wibowo, H.T. 2019. Analisis Perkuatan Dinding Penahan Tanah dan Pondasi Minipile Net Jalan Kereta Api Di Stasiun.
- Cernica, Jhon N. 1983. *Geotechnical Engineering Foundation Design*. Jakarta: Erlangga,
- Das, Braja M., (1984), "Fundamentals of Soil Dynamics", Elsevier Science Publishing Co. Inc., New York.
- Das, Braja M., (1995), "Mekanika Tanah", Jilid 2, Erlangga, Jakarta. ((Robertson), 2010)
- (Robertson), K. C. (2010). *Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering*. Signal Hill, California 90755 .
- DIPUTRA, M. W. (2016). PERENCANAAN TURAP / RETAINING WALL PEMBANGUNAN JALAN TOL GEMPOL –PANDAAN STA 6+518 s/d 6+575 . *MARBONO WIDYA DIPUTRA* , 1-189.
- Gunawan, T. Margaret ,S (2006). *Mekanika Tanah Soal dan Penyelesaian*. Delta Teknik. Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C. 2011. *Analisis dan Perancangan Fondasi 1*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C. (2010). *Mekanika Tanah I*. Penerbit Gajah mada University Press, Yogyakarta
- Hardiyatmo, H. C. 2014. *Mekanika Tanah 2 (5th ed.)* Gajah Mada University Press, Yogyakarta

Hakam, A., dan Mulya, R.P. 2011. Studi Stabilitas Dinding Penahan Tanah Kantilever Pada Ruas Jalan Silaing Padang - Bukittinggi Km 64+500. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*. 7(1), pp. 57–74, ISSN : 1858-2133.

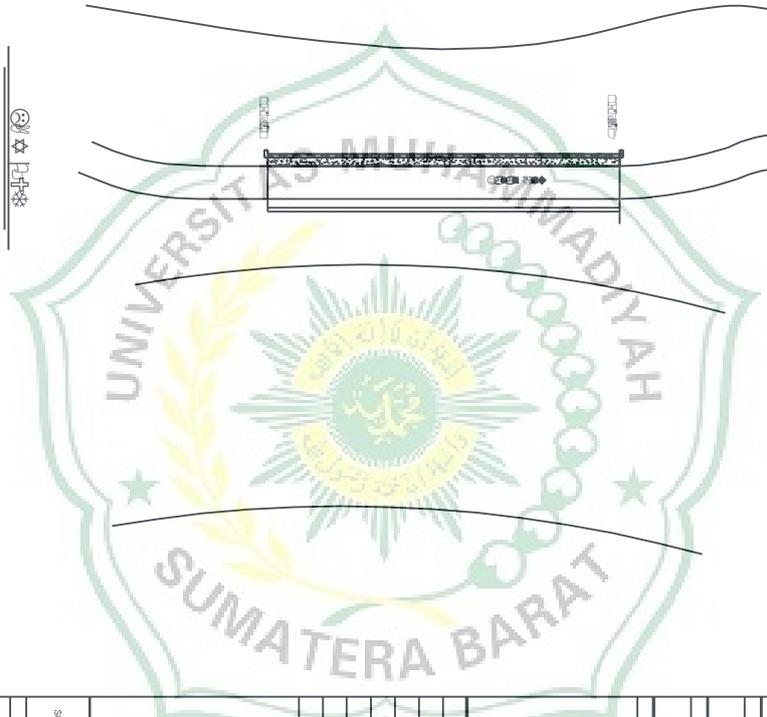
Suwardi (2009). *Jurnal Teknik Sipil* vol.7 No.2, Surakarta

Teknik, J., & Fakultas, S. (2013). *Pada Pembangunan Longsoran Pada Ruas Jalan Soekarno-Hatta Km 8 Balikpapan*. 2013.

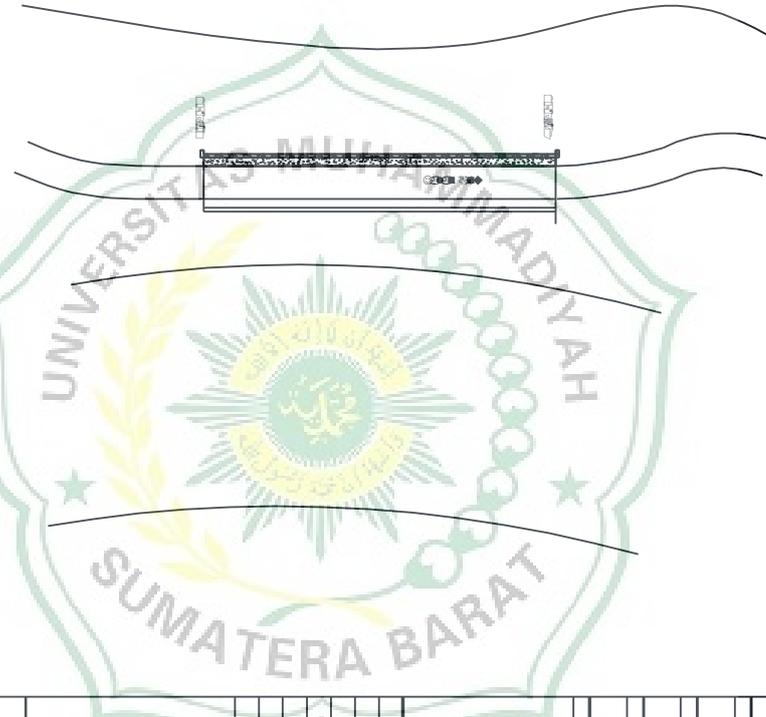
Ujungnegoro Km 73+675 – 73+750. Tugas Akhir, Teknik Sipil Universitas Semarang, Semarang.



DAFTAR LAMPIRAN



• ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺



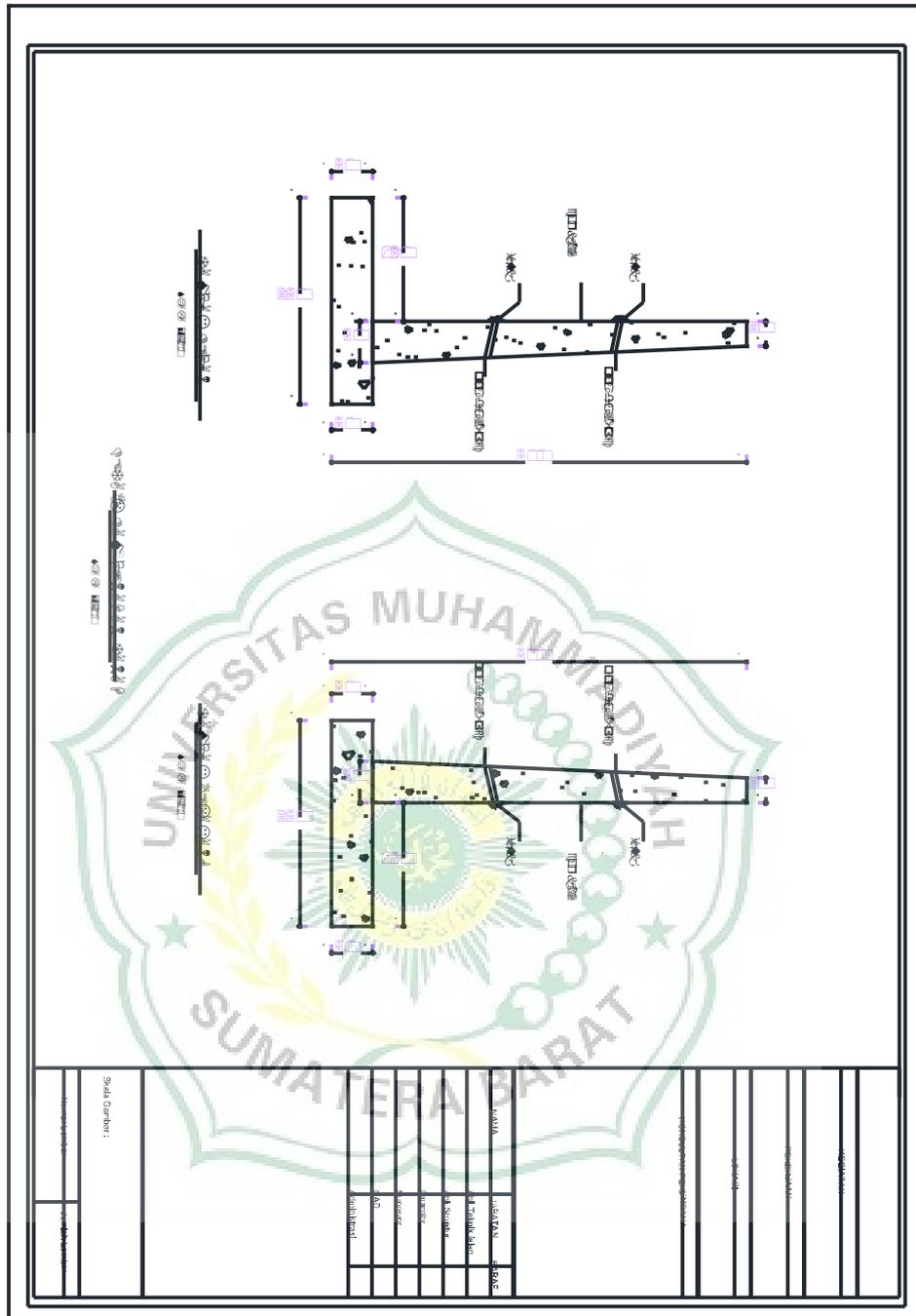
① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺

Nama	Jabatan	Ruang
Juli Ramli Ramli	Kepala Struktur	
Sumartji	Surveor	
Zaid	Kendali	
Kendali		

KONSULTAN PERENCANAAN
KELOMPOK
PERUSAHAAN
LOKASI
SALAH SATU
SALAH SATU

Salah Satu	
Konsultansi	Membuat Gambar

Lampiran 1 Site Plan
Sumber : Data Pribadi (2022)



Lampiran 3 Detail

Sumber : Data Pribadi (2022)



Lampiran 5 Foto Sondir
Sumber : Data Konsultan



Lampiran 6 Foto Lokasi

Sumber : Data Pribadi (2022)



Lampiran 7 Foto Lokasi
Sumber : Data Pribadi (2022)





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

REVISI SIDANG SKRIPSI
Tanggal Ujian: 27 Agustus 2022

Nama : **Zulfendri**
NIM : 181000222201156
Judul Skripsi : Perencanaan Dinding Penahan Tanah Retaining Wall Dam Katapiang
Jorong Binu Nagarei Kamang Hilia Kecamatan Kamang Magek
Catatan Perbaikan :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Ketua Penguji,


Deddy Kurniawan, S.T., M.T.
NIDN. 1022018303



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

REVISI SIDANG SKRIPSI

Tanggal Ujian: 27 Agustus 2022

Nama : **Zulfendri**
NIM : 181000222201156
Judul Skripsi : Perencanaan Dinding Penahan Tanah Retaining Wall Dam Katapiang
Jorong Binu Nagarai Kamang Hilia Kecamatan Kamang Magek
Catatan Perbaikan :
- Rangkai Daftar pustaka
- Perhalusan rumus dasar, lebih spesifik
- Banyak ketidakepatuhan
Hce Zulfendri
2022/08/27

Penguji,

Endri S.T.M.T.
NIDN. 8900320021



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
 Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

REVISI SIDANG SKRIPSI
 Tanggal Ujian: 27 Agustus 2022

Nama : **Zulfendri**
 NIM : 181000222201156
 Judul Skripsi : Perencanaan Dinding Penahan Tanah Retaining Wall Dam Katapiang
 Jorong Binu Nagarai Kamang Hilia Kecamatan Kamang Magek

Catatan Perbaikan :
 - *prosa li ta, prosedur telah selesai*
 - *apakah saat ini ada yg lain? (saya St)*
 - *apakah prosedur lain ada?*

maka, Gsi
jenis huruf
title area
 2. *Kotasi yg mana?*
 27/08/2022
prosedur ke-4
pongs. P.L.L
 27/08/2022

Penguji,

Zuheldi, S.T., M.T.
 NIDN. 8926810021



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 425787, Hp. 982364929587
Website: www.fl.unsmb.ac.id Email: fakultasteknik@unsmb.ac.id

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa	: ZULFENDRI
NIM	: 18.1000.2222. 01456.
Program Studi	: TEKNIK SIPIL D ²
Pembimbing I	: Dedy Kurniawan . ST. MT
Pembimbing II	: Ir. Aro. Gusoni Yusman . M. Eng.
Judul	: Perencanaan Dinding Perkeras Tegak Retaining Wall pada Jalon Megep Jorong Biny Megep Kandang Mudek Kecamatan Kandang Megep

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing I	Paraf Pembimbing II
1.	22/03-22	- Ganti Judul		
2.		- Tambahkan nomor TEMER.		
3.	14/06-22	- Lanjutkan ke Bab IV		
4.		- Lengkapi data.		
5.		- sondir. ✓		
6.		- Borng → suda gars. ✓		
7.	5/06-22	- lengkap. ✓		
8.		- foto dokumentasi borng.		
9.		- tambahkan data pondasi ✓		
10.	20/06-22	- lengkap.		

- Catatan:
1. Kartu Konsultasi ini dilampirkan saat pendaftaran seminar.
 2. Dapat diperbanyak bila diperlukan.

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik.....



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa	: ZULFENDR.
NIM	: 18.10.00.2222. 01-156.
Program Studi	: TEKNIK SIPIL
Pembimbing I	: Dedy KARDOWAN . ST. MT.
Pembimbing II	: Ir. ANO. SUSANTI Yulman. M. Eng
Judul	: Perencanaan Arsitek Perumahan Terbang Petanang wali jalan kotapraya jorong Bini Nagai kampong mudek kecomotan kampong mudek

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing I	Paraf Pembimbing II
1.	26/02/2022	- kembali ke materi - Perencanaan masalah yg - Perencanaan - Lay out		
2.				
3.	05/07-2022	- kembali ke terakom.		
4.		- data sendiri.		
5.		- Gambar teknik.		
6.		- lengkap. sumber penerbit		
7.		Acc sama hari.		
8.		17/08/2022		
9.				
10.	14/08/2022	- Acc 4/ Semhas		

Catatan:
1. Kartu Konsultasi ini dilampirkan saat pendaftaran seminar.
2. Dapat diperbanyak bila diperlukan.

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik.....