

SKRIPSI

DESAIN PERKUATAN LERENG PADA AREA *WIND BRACING* JEMBATAN GANTUNG DI JAWA BARAT



**RATU SIMA
NPM : 2017410122**

PEMBIMBING: Budijanto Widjaja, Ph.D.

KO-PEMBIMBING: Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
AGUSTUS 2021**

SKRIPSI

DESAIN PERKUATAN LERENG PADA AREA *WIND BRACING* JEMBATAN GANTUNG DI JAWA BARAT




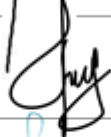


NAMA: RATU SIMA
NPM: 2017410122

PEMBIMBING: Budijanto Widjaja, Ph.D.

KO-PEMBIMBING: Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.

PENGUJI 1: Ir. Siska Rustiani Irawan, M.T.

PENGUJI 2: Aswin Lim, Ph.D.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No.1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
AGUSTUS 2021

PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Ratu Sima

NPM : 2017410122

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

Desain Perkuatan Lereng Pada Area Wind Bracing Jembatan Gantung Jawa Barat

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan: di Bandung

Tanggal: 24 Juli 2021



(Ratu Sima/2017410122)

* coret yang tidak perlu

DESAIN PERKUATAN LERENG PADA AREA *WIND BRACING* JEMBATAN GANTUNG DI JAWA BARAT

Ratu Sima

NPM: 2017410122

Pembimbing: Budijanto Widjaja, Ph.D.

Ko-Pembimbing: Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

(Terakreditasi berdasarkan SK-BAN PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)

BANDUNG

AGUSTUS 2021

ABSTRAK

Pada proyek jembatan gantung di daerah Jawa Barat memiliki ikat angin yang dikaitkan pada angkur tanah untuk menahan gaya angin. Lereng curam dengan kemiringan $40,1^\circ$ memiliki ketidakstabilan yang lebih besar dibandingkan lereng dengan permukaan topografi yang landai. Dengan topografi eksisting lereng yang curam, lokasi tersebut harus tetap dipastikan aman terhadap kondisi-kondisi yang dapat terjadi pada proyek agar ikat angin tetap aman dan dapat berfungsi dengan semestinya. Kondisi yang mungkin dapat terjadi adalah kondisi jangka pendek (selama konstruksi), jangka panjang (pasca konstruksi), muka air tinggi, dan gempa. Dengan analisis menggunakan metode elemen hingga pada program Plaxis, didapatkan faktor keamanan lereng yang tidak memenuhi faktor keamanan minimum yang telah ditetapkan. Untuk memenuhi persyaratan faktor keamanan minimum dilakukan perkuatan lereng berupa pemasangan 3 baris *contiguous pile* pada lokasi yang berbeda dengan diameter 0,8 m dan panjang pembenaman sebesar 11 m, 12 m, dan 33 m. Perkuatan tersebut efektif dalam memenuhi faktor keamanan minimum yang ditetapkan pada keempat kondisi.

Kata kunci: Analisis elemen hingga, *Contiguous pile*, Angkur tanah, Stabilitas lereng.

DESIGN OF SLOPE REINFORCEMENT IN WIND BRACING AREA OF SUSPENSION BRIDGE IN WEST JAVA

Ratu Sima

NPM: 2017410122

Advisor: Budijanto Widjaja, Ph.D.

Co-Advisor: Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

(Accredited by SK-BAN PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)

BANDUNG

AUGUST 2021

ABSTRACT

The suspension bridge project in West Java has wind bracing that is attached to ground anchors to withstand wind forces. The steep slope of the project with a slope angle of 40.1° has greater instability than slopes with a gentle topographic surface. With the existing topography of steep slopes, the slope must be ensured that it is safe from conditions that can occur in the project so that the wind bracing is safe and functions properly. The analysis condition that required to be evaluated are short-term (during construction), long-term (post-construction), high groundwater levels, and earthquakes. By analyzing the safety of the slope using Plaxis finite element program, the results indicate that the safety factors do not meet the required minimum safety factor. To meet the minimum safety factor requirements, slope reinforcement was carried out in the form of installing 3 rows of contiguous piles at different locations with a diameter of 0.8 m and embedment length of 11 m, 12 m, and 33 m. The reinforcement is effective in meeting the minimum safety factor specified in the four conditions.

Keywords: Finite element analysis, Contiguous pile, Ground anchor, Slope stability.

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Desain Perkuatan Lereng Pada Area *Wind Bracing* Jembatan Gantung di Jawa Barat”. Penulisan skripsi ini adalah salah satu syarat lulus program sarjana di program studi teknik sipil, fakultas teknik, Universitas Katolik Parahyangan.

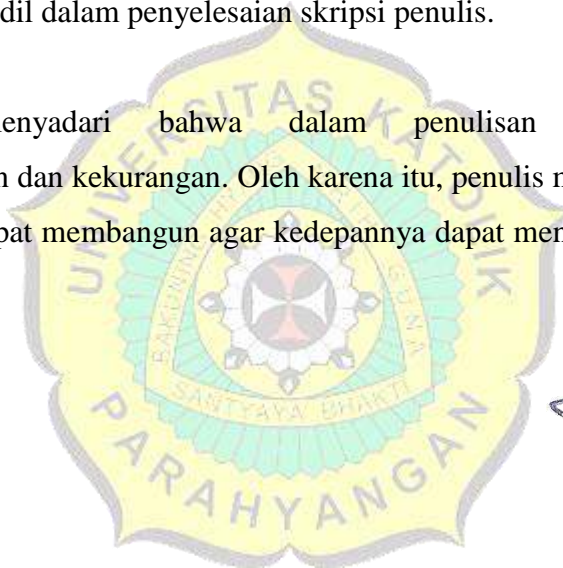
Dalam proses penyusunan skripsi ini, banyak kesulitan yang dihadapi oleh penulis. Terlepas dari kesulitan yang dihadapi penulis, banyak sekali bantuan, dukungan, dan saran yang diterima oleh penulis. Oleh karena itu, penulis ingin berterima kasih kepada orang-orang yang telah sangat membantu penulis dalam penyusunan skripsi, yaitu:

1. Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D., selaku dosen pembimbing yang senantiasa membimbing penulis dalam penyusunan skripsi, memberikan saran, kritik, semangat dan dukungan bagi penulis.
2. Bapak Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S. selaku dosen ko-pembimbing yang telah membimbing, memberikan saran dan kritik untuk penulis selama penyusunan skripsi.
3. Seluruh dosen dan asisten dosen KBI Geoteknik yang telah mengajarkan penulis selama masa kuliah sehingga dapat memahami ilmu materi geoteknik lebih dalam.
4. Eduardus Gerald Winata, S.T., M.T dan Seba Ayuningrat, S.T yang telah memberikan bantuan dan dukungan baik secara moral, akademis, maupun makanan.
5. Agnes Desisca, Bernadeta Laras, Ruth Evelyne, dan Erio Boy yang telah memberikan bantuan, semangat dan motivasi bagi penulis untuk menyelesaikan skripsinya, serta telah menjadi pendengar yang baik bagi penulis ditengah kesulitan.
6. Angela Dewi, Mikael Rafael, Kyrie Eleisia, Arvin, Evan Justine, Delaneira, Stella Liviana, Asyifa Chevia, Elizabeth Joanna, Natasya Tio, dan Prayoga

Jeremia selaku teman seperjuangan skripsi yang memberikan saran dan semangat bagi penulis.

7. Erica Souw, Bryan Jonathan, Fanny Florentini, Ana Yelina, Grisella Aglia, Evan Joshua, dan Jonathan Wijaya yang tetap membantu penulis dan menjawab penulis ditengah kesibukan pekerjaan.
8. Kineta, Holy, Oci, Cecil, Holy, Ayu, Kres, Tania, Eli, Deta, Tasya, Althea, Ari, Ocep, Diana, Ashila, dan Nana yang telah menjadi teman baik, teman jalan, teman makan, teman nugas, dan lain sebagainya bagi penulis.
9. Momo selaku penghibur ditengah kesedihan dan kesulitan penulis yang dengan kelucuannya memberikan semangat dan motivasi.
10. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu namun tetap turut mengambil andil dalam penyelesaian skripsi penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi terdapat ketidaksempurnaan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun agar kedepannya dapat menjadi lebih baik lagi. Terima kasih.



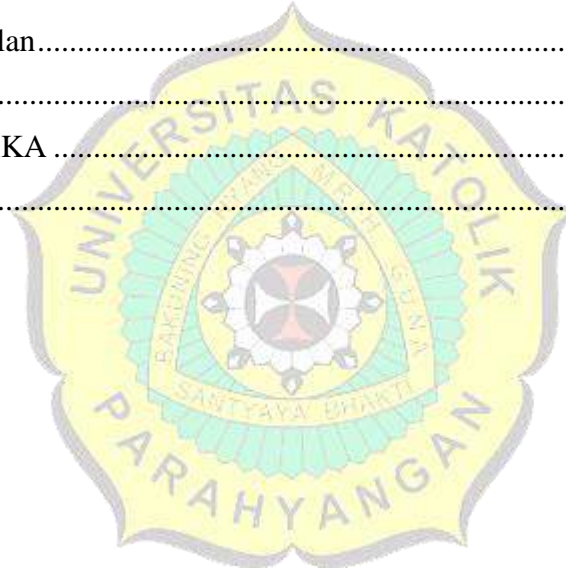
Bandung, Juli 2021

Ratu Sima
2017410122

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR NOTASI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-1
1.3 Tujuan Penelitian	1-1
1.4 Lingkup Penelitian	1-1
1.5 Sistematika Penulisan	1-2
1.6 Metode Penelitian	1-2
1.7 Diagram Alir	1-3
BAB II DASAR TEORI	2-1
2.1 Kestabilan Lereng	2-1
2.1.1 Metode Analisis Jangka Pendek	2-3
2.1.2 Metode Analisis Jangka Panjang	2-4
2.1.3 Metode Analisis Kegempaan	2-4
2.1.4 Metode Analisis Muka Air Tinggi	2-4
2.2 Faktor Keamanan Lereng Berdasarkan Metode Reduksi Phi-C	2-4
2.3 <i>Wind Bracing</i>	2-5
2.4 <i>Ground Anchor</i>	2-5
2.5 <i>Contiguous Pile</i>	2-7
2.6 <i>Reslope</i>	2-8
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	3-1
3.1 Rekapitulasi Data	3-1
3.2 Stratifikasi Tanah	3-1
3.3 Parameter Tanah	3-3

3.3.1	Berat Isi Tanah.....	3-4
3.3.2	Modulus Elastisitas Tanah.....	3-6
3.3.3	Kuat Geser Tanah	3-8
3.4	Parameter perkuatan lereng	3-12
3.4.1	<i>Ground Anchor</i>	3-12
3.5	Tahapan Analisis Menggunakan <i>Software</i> Plaxis 2D CE v20	3-14
BAB IV ANALISIS DATA		4-1
4.1	Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Plaxis.....	4-1
4.2	Solusi Perkuatan Lereng.....	4-4
4.3	Kapasitas Gaya <i>Ground Anchor</i>	4-8
4.4	Kapasitas Contiguous Pile.....	4-9
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		5-1
5.1	Kesimpulan.....	1
5.2	Saran.....	1
DAFTAR PUSTAKA		xi
LAMPIRAN.....		ix

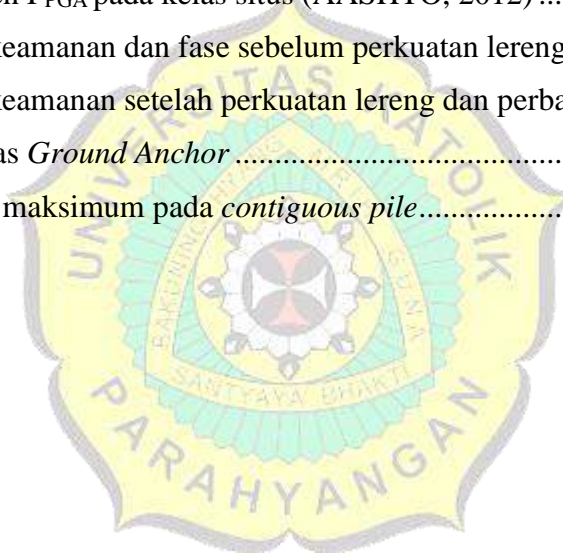


DAFTAR NOTASI

AS	: <i>Australian Standard</i>
BH	: Lokasi <i>Bore Hole</i>
c'	: Kohesi Efektif (kPa)
E	: Modulus Elastisitas (kPa)
E_u	: Modulus Elastisitas <i>Undrained</i> (kPa)
E'	: Modulus Elastisitas Efektif (kPa)
FK	: Faktor Keamanan
G_s	: Berat Jenis
K_h	: Koefisien Gempa Horizontal (g)
MAN	: Muka Air Normal
MAT	: Muka Air Tinggi
OCR	: <i>Overconsolidation Ratio</i> (g)
PGA	: <i>Peak Ground Acceleration</i>
PI	: Indeks Plastisitas (5)
SB	: <i>Suspension Bridge</i>
SNI	: Standar Nasional Indonesia
S_r	: Derajat Saturasi (%)
S_u	: <i>Undrained Shear Strength</i> (kPa)
WB	: <i>Wind Bracing</i>
γ_{sat}	: Berat Isi Tersaturasi (kN/m^3)
γ_{unsat}	: Berat Isi Tak Tersaturasi (kN/m^3)
ϕ'	: Sudut Geser Dalam Efektif ($^\circ$)
ν	: <i>Poisson's Ratio</i>

DAFTAR TABEL

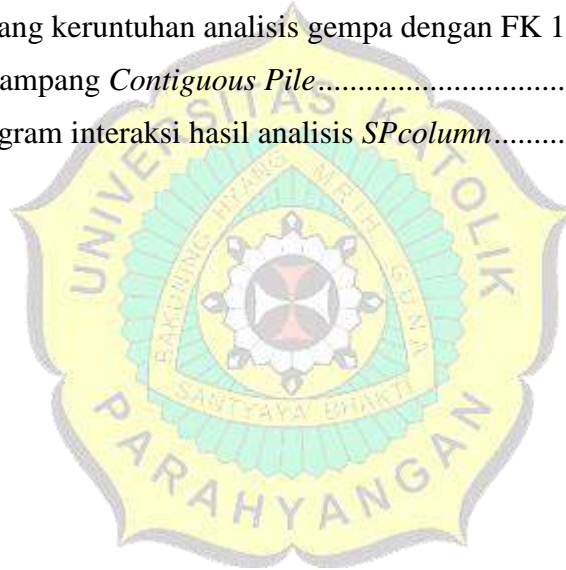
Tabel 2.1 Klasifikasi lereng berdasarkan kemiringan	2-1
Tabel 3.1 Daftar lapisan dan jenis tanahnya.....	3-3
Tabel 3.2 Resume berat isi tanah per lapisan tanahnya.....	3-6
Tabel 3.3 Resume parameter kekakuan per lapisan tanahnya.....	3-8
Tabel 3.4 Nilai <i>effective cohesion</i> pada tanah kohesif (Look, 2007)	3-10
Tabel 3.5 Nilai <i>effective cohesion</i> pada kelompok tanah (AS 4678, 2002)	3-11
Tabel 3.6 Resume parameter kuat geser per lapisan tanahnya.....	3-11
Tabel 3.7 Korelasi <i>skin resistance</i> terhadap nilai N_{SPT}	3-13
Tabel 3.8 Koefisien F_{PGA} pada kelas situs (AASHTO, 2012)	3-16
Tabel 4.1 Faktor keamanan dan fase sebelum perkuatan lereng.....	4-4
Tabel 4.2 Faktor keamanan setelah perkuatan lereng dan perbaikan tanah	4-7
Tabel 4.3 Kapasitas <i>Ground Anchor</i>	4-9
Tabel 4.4 Momen maksimum pada <i>contiguous pile</i>	4-9



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1a Diagram Alir.....	1-3
Gambar 1.1b Diagram Alir.....	1-4
Gambar 2.1 (a) Longsoran <i>translational</i> dan (b) longsoran <i>rotational</i> (Highland & Johnson, 2004)	2-2
Gambar 2.2 Longsoran <i>spreading</i> dan longsoran <i>flow</i>	2-3
Gambar 2.3 Ikatan Angin Jembatan Gantung (Setiati et al., 2015).....	2-5
Gambar 2.4 Ilustrasi komponen <i>ground anchor</i> (Xanthakos, 1991).....	2-6
Gambar 2.5 Pengelompokan angkur berdasarkan metode transfer beban (Xanthakos, 1990).....	2-7
Gambar 2.6 Contoh konstruksi <i>contiguous pile</i>	2-8
Gambar 2.7 Konfigurasi <i>reslope</i> (Duncan et al, 2014).....	2-8
Gambar 3.1 Topografi pada lokasi jembatan gantung.....	3-1
Gambar 3.2 Potongan lereng WB-1	3-2
Gambar 3.3 Kemiringan lereng WB-1 sebesar 40,3° pada potongan A-A.....	3-2
Gambar 3.4 Pelapisan tanah pada lereng WB-1	3-3
Gambar 3.5 <i>Specific gravity</i> terhadap kedalaman	3-4
Gambar 3.6 Angka pori terhadap kedalaman	3-5
Gambar 3.7 Derajat Saturasi terhadap kedalaman.....	3-5
Gambar 3.8 Berat isi tersaturasi terhadap kedalaman	3-6
Gambar 3.9 Korelasi Modulus Elastisitas Undrained terhadap nilai PI dan OCR (Duncan & Buchignani, 1976)	3-7
Gambar 3.10 Indeks plastisitas terhadap kedalaman.....	3-7
Gambar 3.11 Korelasi nilai SPT terhadap Su (Terzaghi & Peck 1967; Sowers 1979)	3-9
Gambar 3.12 N_{SPT} SB-1 terhadap kedalaman	3-9
Gambar 3.13 N_{SPT} BH-01 terhadap kedalaman.....	3-10
Gambar 3.14 Tampak atas kepala angkur	3-13
Gambar 3.15 Tampak samping kepala angkur	3-14
Gambar 3.16 Kemiringan dan elevasi <i>reslope</i>	3-15
Gambar 3.17 Peta Gempa untuk probabilitas 7% dalam 75 tahun dengan periode ulang 1000 tahun (Pusgen, 2017).....	3-16
Gambar 3.18 Profil muka air normal dan muka air tinggi pada lereng.....	3-17

Gambar 4.1 Bidang keruntuhan pada fase <i>plastic nill step</i> dengan FK 1,19.....	4-2
Gambar 4.2 Bidang keruntuhan pada fase <i>reslope</i> dengan FK 1,51	4-2
Gambar 4.3 Bidang keruntuhan pada fase <i>ground anchor & tension</i> dengan FK 1,51.....	4-2
Gambar 4.4 Bidang keruntuhan pada fase muka air tinggi dengan FK 1,34.....	4-3
Gambar 4.5 Bidang keruntuhan pada fase <i>long term</i> dengan FK 1,29.....	4-3
Gambar 4.6 Bidang keruntuhan pada fase gempa dengan FK 0,97	4-3
Gambar 4.7 Penempatan <i>Contiguous Pile</i> pada WB-1.....	4-5
Gambar 4.8 Kemiringan <i>reslope</i> untuk penempatan <i>contiguous pile</i>	4-5
Gambar 4.9 Bidang keruntuhan analisis jangka pendek dengan FK 1,52.....	4-6
Gambar 4.10 Bidang keruntuhan analisis muka air tinggi dengan FK 1.41.....	4-6
Gambar 4.11 Bidang keruntuhan analisis jangka panjang dengan FK 1,52.....	4-7
Gambar 4.12 Bidang keruntuhan analisis gempa dengan FK 1,11	4-7
Gambar 4.13 Penampang <i>Contiguous Pile</i>	4-10
Gambar 4.14 Diagram interaksi hasil analisis <i>SPcolumn</i>	4-10



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 TOPOGRAFI.....	L1-1
LAMPIRAN 2 DATA BORLOG	L2-1
LAMPIRAN 3 DATA LABORATORIUM.....	L3-1
LAMPIRAN 4 TEKanan AIR PORI EKSES	L4-1
LAMPIRAN 5 RESUME DATA LABORATORIUM	L5-1



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam proses terbentuknya lereng dapat terbagi menjadi 2 jenis yaitu lereng alam dan lereng buatan. Lereng buatan adalah lereng yang diciptakan oleh manusia dengan maksud tertentu, sedangkan lereng alam adalah lereng yang terbentuk sendirinya oleh alam tanpa campur tangan manusia. Lereng alam dapat terganggu kestabilannya oleh berbagai macam faktor, salah satunya adalah proses konstruksi diatas lereng. Pergerakan alat-alat konstruksi diatasnya dapat mengganggu keseimbangan dan kestabilan lereng (Han, 2015). Pada proyek-proyek tertentu, konstruksi terpaksa dilaksanakan pada lereng yang cukup curam dan akses yang sulit, oleh karena itu perlu dilakukan analisis perkuatan lereng yang baik dengan mempertimbangkan berbagai macam faktor yang dapat mengganggu kestabilan lereng seperti muka air tinggi dan gempa.

1.2 Inti Permasalahan

Berdasarkan fenomena yang telah diuraikan, inti permasalahan dari skripsi ini adalah diperlukan tinjauan lebih lanjut mengenai analisis kestabilan lereng dengan perkuatan lereng pada lokasi *ground anchor*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kestabilan lereng pada area *Wind Bracing-1* (WB-1).
2. Menentukan desain perkuatan lereng pada area WB-1 hingga mencapai faktor keamanan yang ditetapkan

1.4 Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Lereng yang didesain berada pada lokasi WB-1
2. Analisis kestabilan lereng menggunakan program elemen hingga Plaxis 2D CE v20.

3. Penentuan faktor keamanan dan deformasi lereng menggunakan pendekatan reduksi ϕ -c.
4. Perilaku tegangan dan regangan pada tanah di lokasi disimulasikan menggunakan model material Mohr-Coulomb.
5. Lereng dianalisis dengan kondisi jangka panjang, jangka pendek, muka air tinggi, dan gempa.

1.5 Sistematika Penulisan

1. BAB 1: Pendahuluan

Bab ini membahas tentang latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, lingkup penelitian, metode penelitian, sistematika penulisan, dan diagram alir.

2. BAB 2: Dasar Teori

Bab ini membahas tentang kekuatan lereng, metode elemen hingga pada Plaxis 2D CE v20, dasar-dasar kestabilan lereng.

3. BAB 3: Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan tentang langkah-langkah analisis desain kekuatan lereng serta stabilitas lereng yang terpengaruh oleh muka air tinggi, gempa, jangka panjang, dan jangka pendek

4. BAB 4: Analisis Data

Bab ini menjelaskan analisis data dan hasilnya terhadap perhitungan faktor keamanan sebelum dan sesudah kekuatan lereng

5. BAB 5: Kesimpulan dan Saran

Bab ini membahas tentang kesimpulan dan saran dari hasil analisis yang telah didapatkan.

1.6 Metode Penelitian

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mencari informasi dalam mengembangkan pengetahuan mengenai teori dasar yang berkaitan dengan analisis kestabilan lereng dan desain kekuatan lereng.

2. Pengumpulan Data

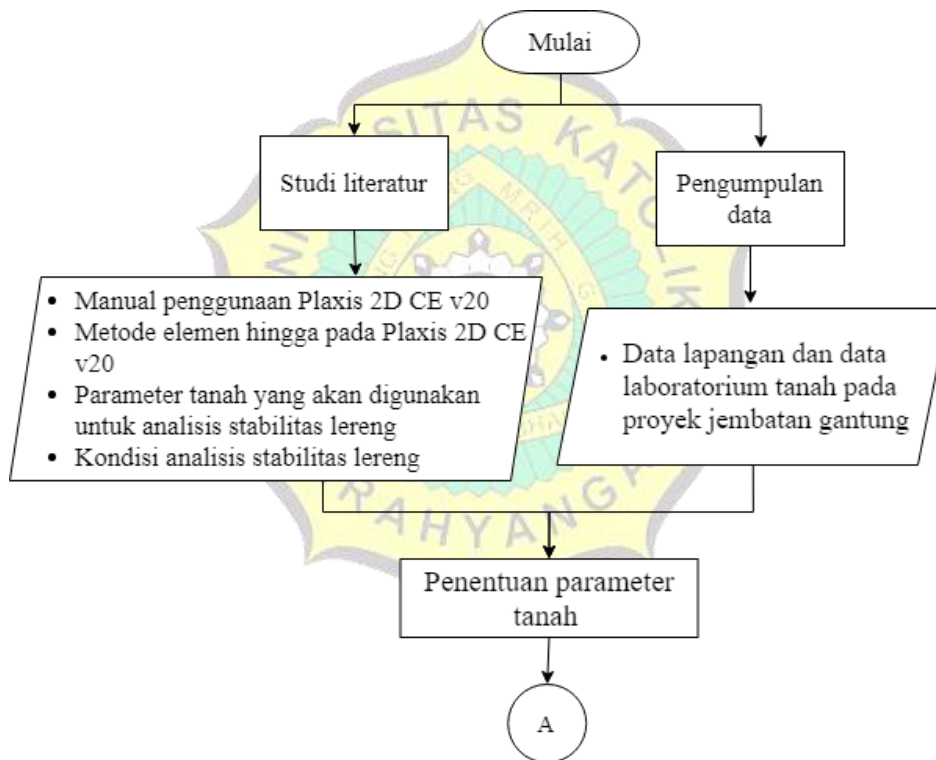
Pengumpulan data sekunder dilakukan untuk menjadi bahan penentuan parameter-parameter analisis kestabilan lereng.

3. Pengolahan dan Analisis Data

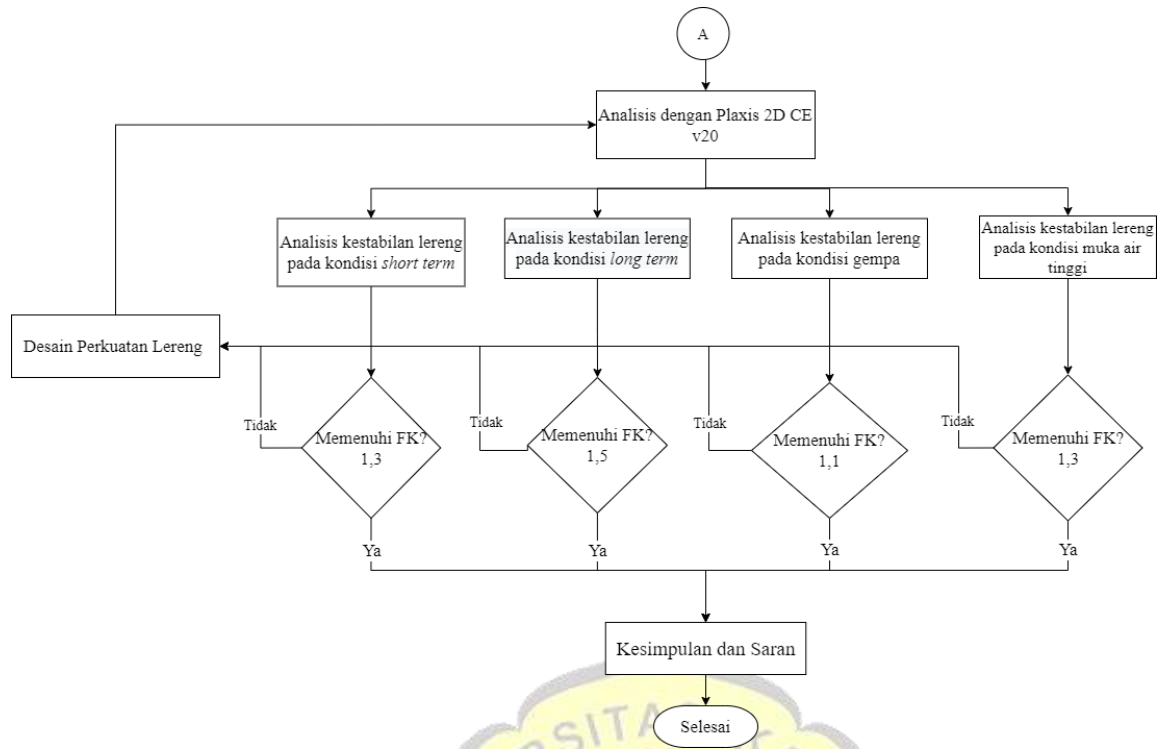
Studi data lapangan lereng jembatan gantung SB-1 dan SB-2 dan hasil uji laboratorium untuk penentuan parameter tanah berdasarkan data yang ada serta korelasi untuk diolah dengan menggunakan Plaxis 2D CE v20.

1.7 Diagram Alir

Alur penelitian yang akan dilakukan di gambarkan dalam bentuk diagram alir pada **Gambar 1.1**



Gambar 1.1a Diagram Alir



Gambar 1.1b Diagram Alir

