STUDI KOMPARATIF STABILITAS LERENG TIMBUNAN TANAH MENGGUNAKAN *SOFTWARE GEOSTUDIO SLOPE/W* DAN *PLAXIS 2D* TERHADAP PERKUATAN GEOTEKSTIL DENGAN METODE *BISHOP* PADA PROYEK JALAN TOL KLATEN - PURWOMARTANI SEKSI 1 PAKET 1.2 STA 38+000.

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Sipil Jakarta Global University



Disusun Oleh:

Nama : Suci Febrian Tri Prasatya

NIM : 092022090036

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK & ILMU KOMPUTER
JAKARTA GLOBAL UNIVERSITY
2026

STUDI KOMPARATIF STABILITAS LERENG TIMBUNAN TANAH MENGGUNAKAN *SOFTWARE GEOSTUDIO SLOPE/W* DAN *PLAXIS* 2D TERHADAP PERKUATAN GEOTEKSTIL DENGAN METODE *BISHOP* PADA PROYEK JALAN TOL KLATEN - PURWOMARTANI SEKSI 1 PAKET 1.2 STA 38+000.

Disusun Oleh:

Nama : Suci Febrian Tri Prasatya

NIM : 092022090036

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK & ILMU KOMPUTER
JAKARTA GLOBAL UNIVERSITY
2026

Depok, 24 Juni 2026
Menyetujui Pembimbing I,

Agastyasa Ghea Amarta, S.Tr.T., M.Tr.T.
NIP. S092023110003

STUDI KOMPARATIF STABILITAS LERENG TIMBUNAN TANAH MENGGUNAKAN *SOFTWARE GEOSTUDIO SLOPE/W* DAN *PLAXIS* 2D TERHADAP PERKUATAN GEOTEKSTIL DENGAN METODE *BISHOP* PADA PROYEK JALAN TOL KLATEN - PURWOMARTANI SEKSI 1 PAKET 1.2 STA 38+000.

Disusun Oleh:

Nama : Suci Febrian Tri Prasatya

NIM : 092022090036

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK & ILMU KOMPUTER
JAKARTA GLOBAL UNIVERSITY
2026

Depok,
Menyetujui Pembimbing II,

Dedy Rutama, S.T., M.T.
NIP. S092012120023

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh	:	
Nama	:	Suci Febrian Tri Prasatya
NIM	:	092022090036
Program Studi	:	Teknik Sipil
Judul Skripsi	:	STUDI KOMPARATIF STABILITAS LERENG TIMBUNAN TANAH MENGGUNAKAN *SOFTWARE GEOSTUDIO SLOPE/W* DAN *PLAXIS* 2D TERHADAP PERKUATAN GEOTEKSTIL DENGAN METODE *BISHOP* PADA PROYEK JALAN TOL KLATEN - PURWOMARTANI SEKSI 1 PAKET 1.2 STA 38+000.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Srata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Jakarta Global University.

DEWAN PEMBIMBING

Pembimbing 1 : Agastyasa Ghea Amarta, S.Tr.T., M.Tr.T. ( )

Pembimbing 2 : Dedy Rutama, S.T., M.T. ( )

Ditetapkan di : .....
Tangal : 27 Juni 2026.....

MENGETAHUI
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Lintang Dian Artanti, S.Tr.T., M.Tr.T.
NIK S092022070003

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh	:	
Nama	:	Suci Febrian Tri Prasatya
NIM	:	092022090036
Program Studi	:	Teknik Sipil
Judul Skripsi	:	STUDI KOMPARATIF STABILITAS LERENG TIMBUNAN TANAH MENGGUNAKAN *SOFTWARE GEOSTUDIO SLOPE/W* DAN *PLAXIS* 2D TERHADAP PERKUATAN GEOTEKSTIL DENGAN METODE *BISHOP* PADA PROYEK JALAN TOL KLATEN - PURWOMARTANI SEKSI 1 PAKET 1.2 STA 38+000.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Srata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Jakarta Global University.

DEWAN PENGUJI

Penguji 1	: Ir. Aulia Choiri Windari, S.Tr.T., M.Sc.Eng.	( )
Penguji 2	: Ribut Nawang Sari, S.T., M.T.	( )
Penguji 3	: Ir. Sumudi Kartono, Sp1.	( )

Ditetapkan di : Depok
Tangal : 31 Juli 2024

MENGETAHUI
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Lintang Dian Artanti, S.Tr.T., M.Tr.T.
NIK. S092022070003

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai mahasiswa Jakarta Global University, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Suci Febrian Tri Prasatya
NIM	:	092022090036
Program Studi	:	Teknik Sipil
Fakultas	:	Teknik dan Ilmu Komputer
Jenis Karya	:	Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Jakarta Global University **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas kerya ilmiah saya yang berjudul:

STUDI KOMPARATIF STABILITAS LERENG TIMBUNAN TANAH MENGGUNAKAN *SOFTWARE GEOSTUDIO SLOPE/W* DAN *PLAXIS 2D* TERHADAP PERKUATAN GEOTEKSTIL DENGAN METODE *BISHOP* PADA PROYEK JALAN TOL KLATEN - PURWOMARTANI SEKSI 1 PAKET 1.2 STA 38+000.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Royalti Noneksklusif ini Jakarta Global University berhak menyimpan, mengalih-media-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : DEPOK
Pada Tanggal : 31 Juli 2024

Yang menyatakan,



Suci Febrian Tri Prasatya
NIM. 092022090036

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagaikarya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UUNo. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Depok, 31 Juli 2020

Mahasiswa,



Suci Febrian Tri Prasatya

NIM. 092022090036

HALAMAN PERSEMBAHAN

Setiap bagian dalam skripsi ini memiliki arti tersendiri, namun halaman persembahan menjadi ruang yang paling istimewa bagi penulis. Melalui halaman ini, penulis ingin mengungkapkan rasa syukur serta apresiasi yang mendalam kepada orang-orang yang telah memberikan doa, dukungan, semangat, dan kasih sayang selama perjalanan penyusunan skripsi ini. Dengan mengucapkan Bismillahirrahmanirrahim, karya sederhana ini penulis persembahkan kepada:

1. Teristimewa Bapak Hendro, Meski kita tidak terbiasa mengungkapkan perasaan melalui banyak kata atau berbicara dari hati ke hati, penulis selalu memahami bahwa di balik setiap keheningan tersimpan doa-doa yang tidak pernah terputus. Mungkin kasih sayang itu tidak selalu hadir dalam bentuk pelukan atau ungkapan yang terdengar jelas, tetapi penulis merasakannya melalui setiap tanggung jawab, pengorbanan, dan kerja keras yang Bapak lakukan demi masa depan penulis. Penulis menyadari bahwa dukungan yang Bapak berikan selama ini hadir dengan caranya sendiri. Setiap langkah yang penulis tempuh hingga mampu menyelesaikan skripsi ini dan meraih gelar sarjana tidak lepas dari perjuangan, doa, serta pengorbanan Bapak yang senantiasa mengiringi dari belakang tanpa banyak bicara. Terima kasih atas setiap tetes keringat, setiap harapan yang dipanjatkan dalam doa, dan setiap bentuk kasih sayang yang mungkin tidak selalu terucapkan. Semoga pencapaian ini dapat menjadi salah satu bentuk kebanggaan dan ungkapan terima kasih atas segala yang telah Bapak berikan.
2. Ibuku tercinta, Ibu Sandra, separuh jiwa sekaligus bidadari surga dalam hidup penulis. Sosok perempuan tangguh yang tidak hanya melahirkan, tetapi rela mengorbankan hidupnya demi kebahagiaan dan masa depan anak-anaknya. Di balik setiap langkah dan perjuangan penulis, selalu ada doa, kasih sayang, serta dukungan yang tak pernah putus. Kalimat sederhana seperti "*sabar, coba lagi*," "*istirahat dulu, ibu beliin kopi ya*," atau "*makan dulu, Ibu masakkin makanan kesukan kamu*" menjadi

sumber kekuatan yang begitu berarti. Kalimat-kalimat yang mungkin terdengar sederhana, tetapi bagi penulis adalah bahasa cinta paling tulus yang selalu memberikan kekuatan untuk kembali bangkit ketika keadaan terasa berat. Terima kasih atas setiap doa, pengorbanan, dan cinta murni yang telah mengantarkan penulis sampai pada titik ini. Semoga Ibu selalu diberikan kesehatan dan umur panjang. *She deserve the world, i love you forever momma*!

3. Kepada kedua saudari tercinta penulis, kakak pertama Rahayu, S.E.,M.Ak. dan kakak terakhir Destyas, S.H.,M.H. Sejak kecil, kalian adalah sosok yang selalu penulis kagumi serta menjadi panutan dalam bersikap, belajar, dan berjuang meraih impian. Meskipun jarak usia di antara kita cukup jauh, hal tersebut tidak pernah mengurangi kedekatan dan kasih sayang yang kalian berikan kepada adik bungsu ini. Terima kasih atas setiap canda, tawa, nasihat, serta uluran tangan yang selalu hadir saat penulis membutuhkan. Kalian bukan hanya saudari, tetapi juga tempat berbagi cerita dan sumber kekuatan yang membuat penulis merasa tidak pernah sendirian. Penulis juga selalu mengingat pesan Ibu, "*Kalian akur-akur ya bertiga, ingat kalian punya satu sama lain, rangkul adiknya, jaga kakaknya*." Pesan sederhana yang mengingatkan bahwa keluarga adalah anugerah yang harus selalu dijaga. Semoga senantiasa dilimpahkan kesehatan, kebahagiaan, keberkahan, dan rezeki yang berlimpah kepada kalian. Terima kasih karena telah menjadi kakak terbaik dan bagian penting dalam setiap perjalanan hidup penulis.

HALAMAN MOTTO

Que Sera, Sera
Whatever will be, will be
-Words from **Gentle Reminder**

"Apa yang kamu punya hari ini, dulu adalah doa"
(Q.S Al-Baqarah: 152)

"Tetapi boleh jadi kamu tidak menyenangi sesuatu, padahal itu baik bagimu, dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu, padahal itu tidak baik bagimu, Allah mengetahui, sedangkan kamu tidak mengetahui"
(Q.S Al-Baqarah: 216)

"Hatiku tenang karena mengetahui bahwa apa yang melewatkanku tidak akan pernah menjadi takdirku, dan apa yang ditakdirkan untukku tidak akan pernah melewatkanku."
(Umar bin Khattab)

"Dan bersabarlah kamu, sesungguhnya janji Allah adalah benar"
(Q.S Ar-Rum: 60)

"Aku membahayakan nyawa ibu untuk lahir ke dunia, jadi tidak mungkin aku tidak ada artinya, dan aku membuat ayahku bekerja setiap hari hingga lelah, jadi aku pastikan lelahnya tidak sia-sia"
(Penulis)

"kalau sudah punya yang indah, jangan cari keindahan di orang lain, nanti kamu akan kehilangan, di dunia ini tidak ada yang sempurna, maka sempurnakanlah yang ada"
(Baskara Langit)

"jangan jadi orang yang harus bahagia dulu untuk bersyukur, Atau harus susah dulu untuk ingat Tuhan"
(Brian Khrisna)

"When life gets you down, do you wanna know what you've gotta do? Just keep swimming"
(Dory, Finding Nemo)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Bismillahirrahmannirrahim, puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Eda atas segala kelimpahan rahmat, karunia, serta petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **"Studi Komparatif Stabilitas Lereng Timbunan Tanah Menggunakan *Software Geostudio Slope/W* dan *PLAXIS* 2D Terhadap Perkuatan Geotekstil dengan Metode *Bishop* Pada Proyek Jalan Tol Klaten - Purwomartani Seksi 1 Paket 1.2 STA 38+000"** dengan baik, tepat waktu, dan penuh kesabaran. Skripsi ini merupakan rangkaian dalam perjalanan akademik penulis di untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Jakarta Global University. Penyusunan Skripsi ini dapat selesai dengan baik karena banyak pelajaran, saran, doa, dukungan moral, dan dorongan semangat yang penulis dapat selama menyelesaikan Skripsi ini. Oleh karena itu, melalui kata pengantar ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya khususnya kepada:

1. Kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala, Sang Pemilik mutlak seluruh alam semesta, Penguasa atas segala yang terlihat maupun yang tidak terlihat. Tiada kata yang mampu menggambarkan rasa syukur penulis atas segala nikmat, rahmat, keberkahan, kesehatan, kemudahan, serta pertolongan yang senantiasa Allah limpahkan. Di setiap langkah, keraguan, kesulitan, dan proses panjang yang penulis lalui dalam penyusunan skripsi ini, selalu ada jalan yang Allah bukakan dan kekuatan yang Allah hadirkan. Atas izin, kasih sayang, dan ridha-Nya, penulis mampu bertahan, bangkit, dan menyelesaikan perjalanan akademik ini hingga akhir. Segala puji dan syukur hanya milik Allah Subhanahu Wa Ta'ala, karena tanpa kehendak-Nya, pencapaian ini tidak akan pernah terwujud.
2. Kepada Ibu Lintang Dian Artanti, S.Tr.T., M.Tr.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tulus atas segala arahan, masukan, dan motivasi yang telah diberikan selama proses

penyusunan skripsi ini. Dukungan serta perhatian yang Ibu berikan menjadi penyemangat bagi penulis untuk terus berusaha dan menyelesaikan setiap tahapan penelitian hingga akhirnya dapat mencapai titik ini.

3. Kepada Ibu Agastyasa Ghea Amarta, S.Tr.T., M.Tr.T. Sebagai Dosen Pembimbing I, penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih atas segala bimbingan, arahan, waktu, tenaga, serta masukan yang telah diberikan dengan penuh kesabaran selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih telah mempermudah setiap proses hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Setiap ilmu, pengalaman, dan arahan yang diberikan menjadi bekal yang sangat berharga bagi penulis untuk pengembangan diri di masa depan.
4. Kepada Bapak Dedy Rutama, S.T.,M.T. Sebagai Dosen Pembimbing II, penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih atas segala bimbingan, arahan, waktu, tenaga, serta masukan yang telah diberikan dengan penuh kesabaran selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih telah mempermudah setiap proses hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Setiap ilmu, pengalaman, dan arahan yang diberikan menjadi bekal yang sangat berharga bagi penulis untuk pengembangan diri di masa depan.
5. Kepada seluruh dosen Program Studi Teknik Sipil Jakarta Global University, terima kasih atas setiap ilmu, bimbingan, petuah penuh makna dan ketulusan yang telah diberikan selama penulis menempuh pendidikan di almamater tercinta ini. Ilmu yang Bapak/Ibu tanamkan tidak hanya membentuk kemampuan akademik penulis, tetapi juga menjadi bekal berharga dalam hidup penulis untuk melangkah menuju masa depan cemerlang.
6. Kepada seluruh dosen, tenaga kependidikan, dan staff Jakarta Global University, penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas dedikasi, bantuan, serta kontribusi yang telah diberikan selama masa perkuliahan. Terima kasih atas ilmu, pengalaman, bimbingan, dan pelayanan yang diberikan dengan penuh ketulusan, sehingga setiap proses pembelajaran menjadi perjalanan yang bermakna bagi penulis. Berkat dukungan dan pengetahuan yang telah dibagikan, penulis tidak hanya

berkembang secara akademis, tetapi juga bertumbuh menjadi pribadi yang lebih baik dan siap menghadapi tantangan di masa depan.

7. Kepada Ibu Indah, Pak Danang, Pak ervan, Mba aura, Mba Privat, Pak Mukhodam, Pak Bayu dan Pak Aan serta seluruh karyawan PT. Eskapindo Solo Jogja selaku konsultan pengawas pada Proyek Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo Seksi 1 yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu. penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih yang setinggi-tingginya atas kesempatan yang telah diberikan kepada penulis untuk belajar secara langsung di lingkungan profesional. Berbagi pengalaman, berbagai arahan, serta wawasan yang diperoleh selama kegiatan PKL dan pra-penelitian menjadi bekal yang sangat berharga dan penulis syukuri dalam mendukung penyusunan skripsi ini.
8. Kepada Politeknik Negeri Jakarta (PNJ), khususnya Ibu Istiatun selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil dan Ibu Yelvi selaku Kepala Laboratorium Teknik Sipil, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas izin, kepercayaan, serta kesempatan yang diberikan untuk menggunakan fasilitas laboratorium guna mendukung penelitian skripsi ini. Terima kasih juga kepada Bapak Wakidi, Ibu Fina, dan Ibu Nisa atas bantuan, arahan, dan pendampingan selama proses pengujian tanah berlangsung. Serta kepada Denisya, rekan seperjuangan pengujian tanah yang telah memberikan dukungan dan kerja sama selama pelaksanaan penelitian.
9. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Om Syaiful yang telah menjadi bagian dari Keluarga Cemara sejak tahun 2013. Kehadiran Om bukan hanya sebagai anggota keluarga, tetapi juga telah penulis anggap layaknya om kandung yang selalu hadir dengan ketulusan, kepedulian, serta nilai-nilai kebaikan, kejujuran, dan amanah.Terima kasih atas segala bantuan, dan dedikasi yang telah diberikan, khususnya selama proses penyusunan skripsi ini.Penulis menyertakan doa agar om Syaiful beserta keluarga di Jogja selalu diberi kesehatan, kebahagiaan, dan keberkahan oleh Allah SWT. Aamiin.

10. Kepada teman-teman yang telah menjadi bagian penting dalam perjalanan hidup penulis. Terima kasih kepada Caca, Kania, Putri, dan Rindy, sahabat sejak masa SMP yang senantiasa hadir memberikan dukungan dan semangat. Kepada pemilik *group* OTW JEPANG (Deden, Dina, dan Niko), teman-teman pertama yang menemani langkah penulis sejak awal perkuliahan. Kepada pemilik *group* 1614 x 1503 (Karen, Ajeng, Nisrina, Dylan, Rafli, Athar, dan Sandy), rekan-rekan perjalanan GLP yang telah mengukir begitu banyak cerita dan kenangan berharga. Kepada pemilik *group* 1 Meter 75 (Meiva, Qinta, dan Nca), sahabat sejak bangku SD. Serta kepada *Elevengineers*, teman-teman Prodi Teknik Sipil angkatan 2022 yang telah menjadi bagian dari suka dan duka selama menempuh perkuliahan. Serta seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini dan tidak dapat penulis sebutkan satu per satu. Terima kasih atas setiap doa, dukungan, motivasi, kebersamaan, tawa, serta waktu yang telah diberikan kepada penulis. Kehadiran kalian menjadi warna tersendiri bagi penulis. Semoga langkah kita senantiasa dipermudah dalam meraih impian masing-masing. *See you on top, guys*!
11. Terakhir, saya berterima kasih kepada sosok gadis yang selama ini diam-diam berjuang tanpa henti, seorang perempuan sederhana yang memiliki impian besar, namun terkadang sulit dimengerti isi kepalanya. Terima kasih kepada peneliti skripsi ini yaitu diri sendiri Suci Febrian Tri Prasatya. Anak perempuan terakhir dan harapan terakhir orang tuanya, Terima kasih telah hadir di dunia ini, telah bertahan sejauh ini, dan terus berjalan melewati segala tantangan semesta hadirkan. Terima kasih karena tetap berani menjadi dirimu sendiri. Terimakasih selalu ingin berusaham bekerjasama dan tidak lelah mencoba hal-hal positif dengan usaha, kebaikan dan do'a yang selalu kamu langitkan. Aku bangga atas setiap langkah kecil yang kau ambil. Walau terkadang harapanmu tidak sesuai dengan apa yang semesta berikan, tetaplah belajar menerima dan mensyukuri apapun yang kamu dapatkan. Jangan lelah untuk tetap berusaha, berbahagialah dimanapun kamu berada. Rayakan apapun dalam dirimu dan jadikan dimanapun dirimu sebagai sosok yang bermanfaat untuk diri sendiri ataupun orang lain. Aku berdoa semoga langkah kecilmu selalu diperkuat

dikelilingi orang-orang baik dan hebat serta mimpimu satu persatu akan terjawab dan terkabul. Sesungguhnya Allah selalu meridhoi setiap perbuatanmu dan selalu dalam lindungan-Nya. Aamiin. *Barakallahu fiikum.*

Akhir kata, penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Penulis berharap semoga dapat memberi manfaat keilmuan yang berarti dalam ilmu dibidang Teknik Sipil. Semoga karya sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Depok, 13 Juni 2026
Penulis,



Suci Febrian Tri Prasatya
NIM. 092022090036

ABSTRAK

Stabilitas lereng timbunan merupakan faktor penting dalam konstruksi jalan tol karena memengaruhi keamanan struktur. Ruas Jalan Tol Klaten-Purwomartani Seksi 1 Paket 1.2 berada pada zona waspada gempa dengan dominasi tanah regosol yang bersifat hidrofil yang mudah tererosi, sehingga berpotensi mengalami ketidakstabilan lereng. Stabilitas lereng harus dianalisis untuk menentukan *Safety Factor* (SF). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis deformasi dan menentukan nilai angka aman berdasarkan material properties tanah yang akan digunakan dalam menganalis kestabilan lereng timbunan tanah jalan Tol Klaten - Purwomartani STA 38+000. Nilai faktor keamanan dihitung dengan membandingkan kondisi lereng sebelum dan sesudah perkuatan geotekstil menggunakan metode *Bishop* serta pemodelan numerik dengan perangkat lunak *PLAXIS* 2D dan *SLOPE/W*. Data tanah diperoleh dari hasil pengujian laboratorium pada kedalaman 1 m -3 m, yang menunjukkan bahwa tanah di lokasi penelitian didominasi oleh lempung dan lanau dengan nilai kohesi 10,952 kPa-26,164 kPa dan sudut geser dalam 30,550º-41,909º. Stabilitas lereng tanpa perkuatan menunjukkan bahwa nilai SF menurun seiring bertambahnya tinggi timbunan dan pengaruh pembebanan eksternal. Kondisi paling kritis terjadi pada timbunan setinggi 8 m dengan beban merata, beban gempa, dan beban kombinasi, yang menghasilkan nilai SF berturut-turut sebesar 1,252; 1,107; dan 1,000 berdasarkan *PLAXIS* 2D, serta 1,508; 1,465; dan 1,321 berdasarkan *SLOPE/W*. Nilai tersebut belum memenuhi persyaratan SNI 8460:2017, sehingga diperlukan perkuatan lereng. Perkuatan menggunakan geotekstil *Woven Staple Fiber Polypropylene* UNW-60P dengan kuat tarik 52 kN/m terbukti efektif dalam mengurangi deformasi dan meningkatkan stabilitas lereng. Pada kondisi pembebanan yang sama, nilai SF meningkat menjadi 1,723; 1,900; dan 1,803 berdasarkan *PLAXIS* 2D, serta 2,378; 2,649; dan 2,194 berdasarkan *SLOPE/W*. Hasil yang diperoleh dalam penelitian mengalami peningkatan faktor keamanan mencapai 80%, sehingga seluruh nilai SF setelah perkuatan telah memenuhi syarat SNI 8460:2017 (SF≥1,5). Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan geotekstil efektif dalam meningkatkan stabilitas lereng timbunan dan mengurangi deformasi serta potensi kelongsoran pada berbagai kondisi pembebanan.

Kata kunci: Stabilitas Lereng Timbunan Tanah, Geotekstil, *GeoStudio SLOPE/W*, *PLAXIS* 2D, metode *Bishop*

ABSTRACT

Slope stability is a critical factor in highway construction because it affects structural safety. Section 1, Package 1.2 of the Klaten–Purwomartani Highway is located in an earthquake-prone zone with predominantly Regosol soil, which is hydrophilic and prone to erosion, making it susceptible to slope instability. The slope stability has to be analyzed to determine Safety Factor (SF). This study aims to analyze and determine the Safety Factor value based on the properties of the soil material that will be used in analyzing the stability of the embankment STA 38+000 Highway. The Safety Factor is calculated using before and after reinforced by geotextile using Bishop method and numerically with PLAXIS 2D and SLOPE/W software.

Soil data were obtained from laboratory tests conducted at depths of 1 m to 3 m, which showed that the soil at the study site is dominated by clay and silt with cohesion values ranging from 10.952 kPa to 26.164 kPa and internal friction angles ranging from 30.550° to 41.909°. An analysis of slope stability without reinforcement indicates that the Safety Factor (SF) decreases as the embankment height increases and under the influence of external loading. The most critical conditions occur in an 8-meter-high embankment subjected to uniform load, seismic load, and combined load, resulting in SF values of 1.252, 1.107, and 1.000, respectively, based on PLAXIS 2D, and 1.508, 1.465, and 1.321 based on SLOPE/W. These values do not meet the requirements of SNI 8460:2017 (SF ≤1.5), so slope reinforcement is required.Reinforcement using UNW-60P woven staple fiber polypropylene geotextile with a tensile strength of 52 kN/m proved effective in reducing deformation and improving slope stability. Under the same loading conditions, the SF values increased to 1.723; 1.900; and 1.803 based on PLAXIS 2D, and to 2.378; 2.649; and 2.194 based on SLOPE/W.

The results obtained in the study showed an increase in the safety factor of up to 80%, meaning that all SF values after reinforcement met the minimum requirements of SNI 8460:2017 (SF≥1,5). These results indicate that the use of geotextiles is effective in improving the stability of embankment slopes and reducing deformation and the potential for landslides under various loading conditions.

Keywords: *Embankment Slope Stability, Geotextiles, GeoStudio SLOPE/W, PLAXIS 2D, Bishop method*

DAFTAR ISTILAH

q	=	Beban Merata (kN/m²)
γb	=	Berat volume tanah (kN/m³)
D	=	Diameter butiran tanah (mm)
SF	=	Faktor keamanan
g	=	Gravitasi
bi	=	Lebar irisan ke–i (m)
Wi	=	Lebar irisan tanah ke–i (m)
ρi	=	Massa cairan
ρs	=	Massa butiran
Cu	=	Nilai koefisien uniformitas
Cc	=	Nilai koefisien kelengkungan
Lef	=	Panjang efektif geotekstil (m)
$\frac{\Delta t}{l}$	=	Regangan pada geotekstil
Gs	=	*Specific gravity*
ϕ	=	Sudut gesek dalam tanah efektif (º)
ϕi	=	Sudut (kN/m²)
σ	=	Tegangan normal total pada bidang longsor
σhc	=	Tegangan ultimit (kN/m²)
σn	=	Tegangan normal (kg/cm²)
τ	=	Tegangan geser (kg/cm²)
u	=	Tekanan air pori
μi	=	Tekanan air pori irisan ke–i (kN/m²)
μ	=	Koefisien geser
C	=	Kohesi (kg/cm²)
v	=	Kecepatan pengendapan butiran
t	=	Waktu (menit)
η	=	Viskositas cairan
Nc, Nγ, Nq	=	Faktor daya dukung Terzaghi

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING ..... **iii**

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI Error! Bookmark not defined.

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS ..... **iv**

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI ..... **iv**

HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **v**

HALAMAN MOTTO ..... **vii**

KATA PENGANTAR ..... **viii**

ABSTRAK **xiii**

ABSTRACT **xiv**

DAFTAR ISTILAH ..... **xv**

DAFTAR ISI **xvi**

DAFTAR GAMBAR ..... **xxiv**

DAFTAR LAMPIRAN ..... **xxxiv**

DAFTAR TABEL ..... **li**

BAB I PENDAHULUAN **1**

*1.1 *Latar Belakang* 1*

1.2 Rumusan Masalah 3*

*1.3 *Tujuan Penelitian* 3*

1.4 Manfaat Penelitian 4*

1.5 Batasan Masalah 5*

1.6 Sistematika Penulisan 6*

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI **8**

2.1 Tinjauan Umum 8*

2.2 Penelitian Terdahulu *8*

2.3 Landasan Teori *15*

2.3.1 Tanah *15*

2.3.1.1 Klasifikasi Tana 16

2.3.1.1.1 Metode Pengelompokan Tanah Menurut *Unifed Soil Classification System* (USCS) 16

2.3.1.1.2 Metode Klasifikasi Tanah Menurut *United States Department of Agriculture* (USDA). 20

2.3.2 Indeks Properti Tanah *22*

2.3.2.1 Berat Volume Tanah 22

2.3.2.2 Porositas (*Porosity*) 24

2.3.2.3 Angka Pori 24

2.3.2.4 Kadar Air (*Water Content*) 24

2.3.2.5 Berat Jenis (*Specific Gravity*) 24

2.3.2.6 Berat Volume Kering Kondisi Jenuh 25

2.3.2.7 Derajat Kejenuhan 25

2.3.2.8 Parameter Turunan 26

2.3.3 Batas - Batas Atterberg *27*

2.3.3.1 Batas Cair (*Liquid Limit*) 27

2.3.3.2 Batas Plastis (*Plastic Limit*) 28

2.3.3.3 Batas Susut (*Shrinkage Limit*) 28

2.3.4 Analisa Butiran Tanah *29*

2.3.5 Analisis Hydrometer *30*

2.3.6 Uji Kuat Geser Langsung *31*

2.3.6.1 *Direct Shear* 32

2.3.7 Korelasi Hasil Pengujian Terhadap Parameter Nilai Berat Jenis Tanah *34*

2.3.7.1 Permeabilitas (K) 34

2.3.7.2 Modulus Elastisitas (Eu) 34

2.3.7.3 *Poisson Ratio* (v) 36

2.3.7.4 Sudut Geser Dalam (ϕ) 36

2.3.7.5 Sudut Dilatasi (ψ) 37

2.3.7.6 *Void Ratio* (e) 37

2.3.8 Lereng *38*

2.3.8.1 Penyebab Kelongsoran 39

2.3.8.2 Jenis Keruntuhan Lereng 39

2.3.8.3 Faktor Penyebab Keruntuhan Lereng 41

2.3.9 Analisis Stabilitas Lereng *44*

2.3.9.1 Faktor Keamanan Lereng 45

2.3.9.2 *Metode *Bishop* Sederhana (*Simplified Bishop Method*) 46

2.3.10 Beban Gempa *50*

2.3.11 Beban Lalu Lintas *50*

2.3.12 Geotekstil *51*

2.3.12.1 Geotekstil Sebagai Perkuatan Lereng *52*

2.3.12.2 Mekanisme Kerja Geotekstil pada Tanah *53*

*2.3.13 *Finite Element Method (FEM)* *57*

*2.3.14 *Limit Equilibrium Method (LEM)* *57*

*2.3.15 *Software PLAXIS 2D* *58*

*2.3.16 *Software Geostudio SLOPE/W* *60*

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 63

3.1 Gambaran Umum Penelitian 63

3.2 Lokasi Penelitian 63

3.3 Diagram Alir Penelian 65

3.4 Rencana Penelitian 67

3.5 Pengambilan Sampel Tanah 69

3.6 Metode Pengujian Sampel Tanah 70

3.6.1 Pengujian Kadar Air (*Water Content*) 71

3.6.2 Pengujian Berat Volume (*Unit Weight*) 72

3.6.3 Pengujian Berat Jenis Tanah (*Specific Gravity*) 75

3.6.4 Pengujian Batas Cair (*Liquid Limit*) 77

3.6.5 Pengujian Batas Plastis (*Plastic Limit*) 80

3.6.6 Pengujian Batas Susut (*Shrinkage Limit*) 81

3.6.7 Perhitungan Indeks Cair (*Liquidity Index*) 84

3.6.8 Perhitungan Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*) 85

3.6.9 Pengujian Analisis Saringan (*Sieve Analysis*) 86

3.6.10 Pengujian *Hydrometer* 88

3.6.11 Uji Permeabilitas Tanah (*Permeability Test Of Soil*) 94

3.6.12 Pengujian Uji Geser Langsung (*Direct Shear)* 97

3.7 Jenis Data 99

3.7.1 Data Primer 99

3.7.2 Data Sekunder 99

3.8 Variabel Penelitian 99

3.8.1 Variabel Bebas 100

3.8.2 Variabel Terikat 100

3.8.3 Konfigurasi Perencanaan Lereng 101

3.9 Diagram Alir Analisis *Software PLAXIS* 2D 102

3.10 Tahapan Analisis Program *PLAXIS* 2D 103

3.11 Tahapan Analisis Program *Geostudio SLOPE/W* 111

3.11.1.1 Diagram Alir Analisis *Software GEOSLOPE/W* 2D 118

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 120

4.1 Hasil Penelitian Laboratorium 120

4.2 Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah 120

4.2.1 Hasil Pengujian Kadar Air (Water Content) *120*

4.2.2 Hasil Pengujian Berat Jenis (Specific Gravity) *121*

4.2.3 Hasil Pengujian Batas Cair (Liquid Limit) *124*

4.2.4 Hasil Pengujian Batas Plastis (Plastic Limit) *128*

4.2.5 Hasil Pengujian Batas Susut (Shrinkage Limit) *132*

4.2.6 Hasil Pengujian Analisis Saringan (Sieve Analysis) *136*

4.2.7 Hasil Pengujian Hidrometer (Hydrometer Test) *139*

4.2.8 Hasil Pengujian Berat Volume (Unit Weight) *146*

4.3 Hasil Pengujian Sifat Mekanik Tanah 149

4.3.1 Pengujian Uji Geser Langsung (Direct Shear) *149*

4.3.2 Hasil Uji Permeabilitas Tanah (*Permeability Test Of Soil*) 154

4.4 Data Pembebanan 157

4.4.1 Beban Timbunan 157

4.4.1.1 Parameter Tanah *157*

4.4.2 Beban Lalu Lintas Kendaraan 160

4.4.3 Beban Perkerasan Jalan 161

4.4.4 Beban Gempa 161

4.4.5 Beban Kombinasi 162

4.4.6 Beban Curah Hujan 162

4.5 Kondisi Lereng Eksisting STA 38+000..... 162

4.6 *Analisis Stabilitas Lereng Timbunan Tanpa Perkuatan Geotekstil dengan *PLAXIS* V.24. 163

4.7 *Analisis Stabilitas Lereng Timbunan Tanpa Perkuatan Geotekstil dengan *GEOSLOPE/W* 2025. 174

4.8 Data Geotekstil..... 179

4.8.1 Analisis Stabilitas Eksternal Geotekstil*..... *180

4.8.2 Analisis Stabilitas Internal Geotekstil* *185

4.9 *Analisis Stabilitas Lereng Timbunan dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan *PLAXIS* V.24..... 188

4.10 *Analisis Stabilitas Lereng Timbunan dengan Perkuatan Geotekstil menggunakan GEOSLOPE/W 2025. 198

4.11 Analisis Stabilitas Lereng Timbunan Tanpa Perkuatan dengan Meotode *Bishop Simplified* 203

4.12 *Perbandingan Stabilitas Lereng Timbunan Tanah Asli dengan *Software PLAXIS* 2D dan *Software* Geostudio SLOPE/W 211

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 215

5.1 *Kesimpulan*..... *215

5.2 Saran* *217

DAFTAR PUSTAKA..... 218

LAMPIRAN *225*

Lampiran 1 Form – Form Kelengkapan Sidang Skripsi..... 226

Lampiran 2. Dokumentasi Penggunaan Laboratorium PNJ..... 242

Lampiran 3. Dokumentasi Main Road STA 38+000 dan Properties Geotekstil 243

Lampiran 4. Dokumentasi Pengujian Tanah 245

A. Dokumentasi Pengambilan Sampel Tanah 245

B. Dokumentasi Pengujian Kadar Air (Water Content) 246

C. Dokumentasi Pengujian Berat Jenis (Specific Gravity) 246

D. Dokumentasi Pengujian Batas Susut (Shrinkage Limit)..... 248

1. Pengujian Linear Shrinkage 248

2. Pengujian Shrinkage Limit 249

E. Dokumentasi Pengujian Batas Cair (Liquid Limit)..... 250

F. Dokumentasi Pengujian Batas Platis (Plastic Limit) 251

G. Dokumentasi Pengujian Analisis Saringan (Sieve Analysis)..... 251

H. Dokumentasi Pengujian Hidrometer (Hydrometer Test)..... 252

I. Dokumentasi Pengujian Uji Geser Langsung (Direct Shear Test) 253

J. Dokumentasi Pengujian Pemeabilitas (Permeability Test)..... 255

Lampiran 5. Data Hasil Uji Laboratorium Sampel Tanah Dasar dan Tanah Timbunan 256

Lampiran 6. Data Technical Spesification Geotextile Non Woven 311

Lampiran 7. Visulisasi Lereng Timbunan Tanah STA 38+000 Tinggi 4 m Tanpa Perkuatan Geotekstil menggunakan *Software PLAXIS* 2D 312

1. Incremental Displacement 312

2. Potensi Kelongsoran Lereng Horizontal 314

Lampiran 8. Visulisasi Lereng Timbunan Tanah STA 38+000 Tinggi 6 m Tanpa Perkuatan Geotekstil menggunakan *Software PLAXIS* 2D 318

1. Incremental Displacement 318

2. Potensi Kelongsoran Lereng Horizontal 320

Lampiran 9. Visulisasi Lereng Timbunan Tanah STA 38+000 Tinggi 4 m Dengan Perkuatan Geotekstil menggunakan *Software PLAXIS 2D* 324

1. Incremental Displacement 324

2. Potensi Kelongsoran Lereng Horizontal 326

Lampiran 10. Visulisasi Lereng Timbunan Tanah STA 38+000 Tinggi 6 m Dengan Perkuatan Geotekstil menggunakan *Software PLAXIS* 2D 330

1. Incremental Displacement 330

2. Potensi Kelongsoran Lereng Horizontal 332

Lampiran 11. Visulisasi Lereng Timbunan Tanah STA 38+000 Tinggi 4 m Tanpa Perkuatan Geotekstil menggunakan *Software Slope/W*..... 335

Lampiran 12. Visulisasi Lereng Timbunan Tanah STA 38+000 Tinggi 6 m Tanpa Perkuatan Geotekstil menggunakan *Software Slope/W*..... 337

Lampiran 13. Visulisasi Lereng Timbunan Tanah STA 38+000 Tinggi 4 m Dengan Perkuatan Geotekstil menggunakan *Software Slope/W*..... 338

Lampiran 14. Visulisasi Lereng Timbunan Tanah STA 38+000 Tinggi 6 m Dengan Perkuatan Geotekstil menggunakan *Software Slope/W*..... 340

Lampiran 15. Visulisasi Lereng Timbunan Tanah STA 38+000..... 342

RIWAYAT HIDUP PENULIS..... 344

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Klasifikasi tanah Unified 19
Gambar 2.2 Segitiga Taksonomi Tanah oleh *United States Department of Agriculture* (USDA) 21
Gambar 2.3 Susunan Tanah 22
Gambar 2.4 (a) Komposisi Susunan Tanah (b) Korelasi Antara berat tanah terhadap volume tanah 23
Gambar 2.5 Korelasi Batas *Attetberg* dengan Volume Keseluruhan Tanah 27
Gambar 2.6 (a) Penggujian *Casagrande* dan (b) Grafik Hasil Pengujian 28
Gambar 2.7 Metode Pengujian Batas Plastis pada Gulungan Tanah ± 3,2 mm 28
Gambar 2.8 Proses Pengujian Batas Susut pada Cawan Berisi Air Raksa 29
Gambar 2.9 Alat Uji Analisis Saringan 30
Gambar 2.10 Representasi Grafik dari Persamaan Kuat Geser Mohr-Coulomb 32
Gambar 2.11 Alat Uji Pengujian *Direct Shear* 33
Gambar 2.12 Skema Pembebanan Pengujian *Direct Shear* (*autocad*) 33
Gambar 2.13 Keruntuhan Bidang Datar 40
Gambar 2.14 Keruntuhan Lingkaran 40
Gambar 2.15 Gaya Tambahan Akibat Getaran 41
Gambar 2.16 Gaya Akibat Beban 42
Gambar 2.17 Gaya Tambahan dikaki Lereng 42
Gambar 2.18 Akibat Cuaca pada Lereng Tidak Terlindung 42
Gambar 2.19 Kelongsoran pada Tol BOCIMI 43
Gambar 2.20 Gaya dan detail antar Irisan yang Bekerja 49
Gambar 2.21 Peta Percepatan Puncak (PGA) untuk Probilitas Terlampaui 20% dalam 50 tahun di Batuan Dasar (SBC) 50
Gambar 2.22 Geotextile Nonwoven Staple Fiber Polypropylene 52
Gambar 2.23 Perletakan Geotekstil untuk Memperkukuh Lereng Timbunan Tanah 53
Gambar 2.24 Skema Distribusi Tekanan Tanah Lateral 53
Gambar 3.1 Peta Administrasi Provinsi DI Yogyakarta 64

Gambar 3.2 Peta Kecamatan Kalasan 64
Gambar 3.3 Lokasi Penelitian STA 38+38+000. 64
Gambar 3.4 Bagan Alir Penelitian 65
Gambar 3.5 *Timeline* Penelitian 68
Gambar 3.6 Lokasi Pengambilan Contoh Tanah 70
Gambar 3.7 Timbangan Digital, ketelitian 0,01 gram 71
Gambar 3.8 Cawan Alumunium 71
Gambar 3.9 Tanah *Disturbed* 71
Gambar 3.10 *Laboratory* Oven 71
Gambar 3.11 Skema Pengujian Kadar Air 72
Gambar 3.12 Perata 72
Gambar 3.13 Jangka Sorong 72
Gambar 3.14 *Ring* Sampel 73
Gambar 3.15 *Extruder* 73
Gambar 3.16 Piknometer 75
Gambar 3.17 Air Suling 75
Gambar 3.18 Tungku Pemanas 76
Gambar 3.19 Termometer 76
Gambar 3.20 Corong Kaca 76
Gambar 3.21 Saringan No. 4 dan Pan 76
Gambar 3.22 Sketsa Pengujian Berat Jenis 77
Gambar 3.23 *Grooving Tools* 78
Gambar 3.24 Cawan Porselin 78
Gambar 3.25 Alat Cassagrande 78
Gambar 3.26 Grafik Penentuan Batas Cair (LL) 80
Gambar 3.27 Pelat kaca 80
Gambar 3.28 *Prong Plate* 82
Gambar 3.29 Cawan Petri 82
Gambar 3.30 *Monel Shrinkage Dish* 82
Gambar 3.31 *Crystallizing Dish* 82
Gambar 3.32 Merkuri 82

Gambar 3.33 *Motorized Dynamic Sieve Shaker* 86
Gambar 3.34 Satu Set Ayakan, beserta *Pan* dan Tutup. 86
Gambar 3.35 *Hydrometer type* 152H 88
Gambar 3.36 Mesin Pengaduk (*stirrer*) dan *mixer cup* 88
Gambar 3.37 *Hydrometer Jar* 89
Gambar 3.38 *Waterglass* 89
Gambar 3.39 Saringan No. 200 89
Gambar 3.40 Hubungan Nilai Temperatur dengan Berat Jenis Tanah 92
Gambar 3.41 Koreksi Miniskus dengan Kedalaman Efektif L 93
Gambar 3.42 Pengujian Hidrometer 94
Gambar 3.43 Skema Pengujian Hidrometer saat Pengendapan 94
Gambar 3.44 Gelas Ukur 94
Gambar 3.45 Silinder Permeabilitas Sumber: (Penulis, 2026) 94
Gambar 3.46 Skema Percobaan Permeabilitas Tanah dengan Pendekatan *Constant Head* 96
Gambar 3.47 Mesin *Direct Shear* 97
Gambar 3.48 Batu *Porous* 97
Gambar 3.49 Skema Pengujian *Direct Shear* 98
Gambar 3.50 Konfigurasi Perencanaan Lereng dengan Variasi Ketinggian Lereng Timbunan Tabah 38+000 101
Gambar 3.51 *Flowchart* Analisis Lereng dengan *Software PLAXIS* 2D 102
Gambar 3.52 Jendela Informasi *Software PLAXIS* 2D 104
Gambar 3.53 Visualisasi *Project Properties* dalam *Software PLAXIS* 2D 104
Gambar 3.54 Visualisasi *Model Properties* pada *Software PLAXIS* 2D 105
Gambar 3.55 Visualisasi *Modify Soil Layers* pada *Software PLAXIS* 2D 105
Gambar 3.56 Visualisasi Persiapan Material Tanah pada *Software PLAXIS* 2D 106
Gambar 3.57 Visualisasi Mendefinisian Material Tanah pada *Software PLAXIS* 2D 106
Gambar 3.58 Visualisasi Jendela General pada Pendefinisian Material Tanah *Software PLAXIS* 2D 107

Gambar 3.59 Visualisasi Jendela Mechanical pada Pendefinisian Material Tanah *Software PLAXIS* 2D 107
Gambar 3.60 Visualisasi Groundwater pada Pedefinisian Material Tanah *Software PLAXIS* 2D 107
Gambar 3.61 Visualisasi *Create Soil Retangle* pada *Software PLAXIS* 2D 108
Gambar 3.62 Visualisasi Lereng Timbunan Tanah pada *Software PLAXIS* 2D 108
Gambar 3.63 Membuat Garis Pembebanan pada *Software PLAXIS* 2D 108
Gambar 3.64 Visualisasi Mesh Options pada Persebaran Elemen dan Pemilihan Node pada *PLAXIS* 2D 109
Gambar 3.65 Visualisasi Pemasangan Geotekstil pada Model Lereng Timbunan Tanah di *PLAXIS* 2D 109
Gambar 3.66 Visualisasi *Rainfall Infiltration* pada *PLAXIS* 2D 110
Gambar 3.67 Visualisasi *Calculation Result* pada *PLAXIS* 2D 110
Gambar 3.68 Visualisasi *Phases Result* pada *PLAXIS* 2D 111
Gambar 3.69 Visualisasi Awal pada *Software* Geostudio 111
Gambar 3.70 *Settings* pada *Define Project Software GEOSLOPE/W* 112
Gambar 3.71 *Slip Surface* pada *Define Project Software GEOSLOPE/W* 112
Gambar 3.72 Visualisasi Tata Letak Halaman pada *Software GEOSLOPE/W* 113
Gambar 3.73 Visualisasi Mengatur Satuan/Units Kerja pada Software GEOSLOPE/W 113
Gambar 3.74 Visualisasi Mengatur Jarak pada *Grid Software GEOSLOPE/W* 114
Gambar 3.75 Visualisasi Membuat Parameter Koordinat pada *Software GEOSLOPE/W* 114
Gambar 3.76 Visualisasi Menentukan Titik-Titik pada Koordinat *Software GEOSLOPE/W* 115
Gambar 3.77 Visualisasi Menentukan Koordinat pada *Software GEOSLOPE/W* 115
Gambar 3.78 Visualisasi Mendefinisikan Material Tanah pada *Software GEOSLOPE/W* 115
Gambar 3.79 Mendefinisikan Material Setiap Lapisan Tanah *Software GEOSLOPE/W* 116

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 *Latar Belakang

Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY), provinsi berstatus otonomi khusus, memiliki perekonomian sektor didukung oleh sektor jasa, pendidikan, dan pariwisata. Dengan proyeksi penduduk 0,7% diperkirakan populasi mencapai 4,179 juta jiwa pada tahun 2025 (BPS, 2025), serta lonjakan kunjungan wisatawan mancanegara sebesar 15,98% dengan 10,25 juta perjalanan (BPS, 2025). Wilayah ini dihadapkan tantangan urbanisasi dan mobilisasi yang pesat di kawasan Yogyakarta, Kulon Progo, hingga Solo. Untuk itu, pemerintah menginisiasi kemajuan dengan menciptakan jalan Tol Solo – Yogyakarta - NYIA Kulon Progo yang terintegrasi dengan jaringan Tol Trans - Jawa. Proyek yang diselenggarakan oleh PT Jasamarga Jogja Solo (JMJ) sebagai bagian dari Proyek Strategis Nasional mengacu pada Perpres Nomor 109 Tahun 2020 mengenai percepatan pembangunan infrastruktur strategis untuk mendukung pertumbuhan ekonomi dan pemerataan wilayah. Namun, keberlangsungan proyek sering dihadapkan pada berbagai tantangan geoteknik, khususnya pada lokasi yang memiliki topografi berbukit dan kondisi tanah yang rentan terhadap ketidakstabilan (Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, 2018).

Tanah longsor merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia dan dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti curah hujan, aktivitas gempa, serta karakteristik tanah. Salah satu wilayah yang memiliki potensi kerentanan tersebut adalah Proyek Jalan Tol Klaten–Purwomartani Seksi 1 Paket 1.2 STA 38+000 di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Wilayah ini didominasi tanah regosol dan endapan breksi vulkanik, berada pada kawasan yang dipengaruhi Sesar Opak dan zona subduksi, serta memiliki curah hujan yang relatif tinggi (Karkasa et al., 2022; Reynaldi Zulkifli & Muhardi, 2024; Putra, 2025; BPS DIY, 2025). Kerentanan tersebut diperkuat oleh kejadian longsor di Kalurahan Tirtomartani pada Januari 2025 yang mengakibatkan kerusakan talud jalan dan terganggunya akses transportasi (Syarifudin, 2025).

Untuk mengatasi potensi ketidakstabilan lereng, diperlukan metode perkuatan yang efektif dalam meningkatkan daya dukung tanah dan mengurangi risiko kelongsoran. Salah satu alternatif yang banyak diterapkan adalah geotekstil, yaitu material sintetis berbahan dasar polyester atau polypropylene yang memiliki kuat tarik tinggi, bersifat permeabel, serta mampu berfungsi sebagai elemen perkuatan tanah. Fadela et al. (2022) melaporkan bahwa peningkatan kuat tarik geotekstil berbanding lurus dengan kenaikan nilai Safety Factor (SF), sehingga stabilitas lereng meningkat dan potensi kelongsoran menurun. Selain itu, Cahyanto (2020) menunjukkan bahwa perkuatan geotekstil memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan tiang pancang, dengan nilai Safety Factor mencapai 7,39 (SF ≥ 1,5). Dari aspek konstruksi, geotekstil juga menawarkan berbagai keunggulan, antara lain proses pemasangan yang cepat, fleksibel, tidak memerlukan alat berat maupun proses curing, sehingga menjadi alternatif perkuatan yang efektif dan ekonomis.

Penelitian terdahulu mengenai stabilitas lereng timbunan jalan umumnya menitikberatkan pada analisis sesudah kelongsoran terjadi untuk mengetahui penyebab dan melakukan penilaian pada efektivitas perkuatan. Misalnya, pada penelitian Iftikhar (2024) menggunakan perkuatan *soil nailing* dengan metode FEM untuk menanggulangi pasca longsoran tebing Cibereum, di sisi lain penelitian yang dilakukan oleh Rosyadah (2025) mengenai stabilitas pasca longsor akibat kegagalan lereng dengan dinding penahan tanah yang mengalami keruntuhan pada kawasan PT. United Tractors cabang Satui. Sementara itu, penelitian yang mengkaji potensi kestabilan lereng timbunan jalan yang masih stabil sangat terbatas, padahal hal tersebut penting untuk upaya mitigasi dini terhadap risiko kegagalan akibat perubahan kondisi internal maupun external.

Berdasarkan hasil telaah pustaka, sebagian besar penelitian mengenai stabilitas lereng timbunan tanah masih berfokus pada evaluasi kondisi setelah terjadinya kelongsoran (*post-failure analysis*) untuk menentukan nilai angka aman, mengidentifikasi penyebab kegagalan serta mengevaluasi efektivitas metode perkuatan yang direkomendasikan. Sejalan dengan latar belakang tersebut, penelitian ini difokuskan pada identifikasi nilai dari faktor keamanan (*Safety Factor*) dan potensional area gelincir pada tanah timbunan menggunakan perkuatan

geotekstil pada ruas jalan Tol Klaten- Purwomartani Seksi 1 Paket 1.2 STA 38+000 sehingga strategi perkuatan dapat dilakukan secara fungsional dan keberlanjutan pada ruas tol secara ideal. Kajian analisis stabilitas lereng dalam penelitian ini meliputi penggunaan *Finite Element Method* (FEM) pada *Software PLAXIS 2D* dan *Limit Equilibrium Method* berbasis (LEM) dengan bantuan *Software Geostudio Slope/W* sekaligus perhitungan manual melalui pendekatan *Bishop Simplified*. Penelitian ini nantinya untuk memperkuat kombinasi analisis manual dan numerik yang mampu memberikan evaluasi stabilitas lereng yang lebih komprehensif.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dikaji dalam penelitian ini difokuskan pada poin-poin berikut:

1. Bagaimanakah hasil uji laboratorium mengenai karakteristik fisik serta mekanik tanah dasar dan tanah timbunan pada STA 38+000?
2. Berapakah faktor aman (*Safety Factor*) lereng timbunan tanah Jalan Tol Klaten - Purwomartani Seksi 1 Paket 1.2 STA 38+000 dengan perbedaan ketinggian 4 m, 6 m, dan 8 m pada timbunan tanpa perkuatan geotekstil menggunakan aplikasi *PLAXIS 2D* dan *Geostudio Slope/W*?
3. Berapakah faktor aman (*Safety Factor*) lereng timbunan tanah Jalan Tol Klaten - Purwomartani Seksi 1 Paket 1.2 STA 38+000 dengan perbedaan ketinggian 4 m, 6 m, dan 8 m pada timbunan yang diperkuat oleh geotekstil menggunakan aplikasi *PLAXIS 2D* dan *Geostudio Slope/W*?
4. Berapakah faktor aman (*Safety Factor*) pada lereng timbunan tanah Jalan Tol Klaten - Purwomartani Seksi 1 Paket 1.2 STA 38+000 tanpa perkuatan geotekstil menggunakan perhitungan manual metode *Bishop Simplified*?
5. Bagaimana perbandingan hasil evaluasi kestabilan lereng dengan dan tanpa perkuatan geotekstil dengan bantuan aplikasi *PLAXIS 2D* dan *Geostudio Slope/W*?

1.3 *Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini dirumuskan dan difokuskan pada poin-poin berikut:

1. Menganalisis karakteristik fisik dan mekanik tanah dasar serta tanah timbunan berdasarkan hasil pengujian laboratorium pada STA 38+000.
2. Menentukan faktor aman (*Safety Factor*) lereng timbunan tanah Jalan Tol Klaten - Purwomartani Seksi 1 Paket 1.2 STA 38+000 dengan perbedaan ketinggian 4 m, 6 m, dan 8 m pada timbunan tanpa perkuatan geotekstil menggunakan aplikasi *PLAXIS 2D* dan *Geostudio Slope/W*.
3. Menentukan faktor aman (*Safety Factor*) lereng timbunan tanah Jalan Tol Klaten - Purwomartani Seksi 1 Paket 1.2 STA 38+000 dengan perbedaan ketinggian 4 m, 6 m, dan 8 m pada timbunan yang diperkuat oleh geotekstil menggunakan aplikasi *PLAXIS 2D* dan *Geostudio Slope/W*.
4. Menentukan faktor aman (*Safety Factor*) pada lereng timbunan tanah Jalan Tol Klaten – Purwomartani Seksi 1 Paket 1.2 STA 38+000 tanpa perkuatan geotekstil melalui perhitungan manual menggunakan metode *Bishop Simplified.*
5. Membandingkan hasil evaluasi kestabilan lereng pada timbunan yang diperkuat oleh geotekstil dan tanpa perkuatan geotekstil dengan bantuan aplikasi *PLAXIS 2D* dan *Geostudio Slope/W*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini dirumuskan dan difokuskan pada poin-poin berikut:

1. Menambah wawasan mengenai hasil uji laboratorium sifat fisik dan sifat mekanik tanah dasar area lereng timbunan tanah kawasan 38+000.
2. Mengidentifikasi besaran faktor keamanan (*Safety Factor*) dengan kondisi tanpa perkuatan geotekstil dan dengan perkuatan geotekstil.
3. Menambah wawasan mengenai pengoperasian *Software PLAXIS 2D* dan *Geostudio Slope/W* dalam menganalisis kestabilan lereng.
4. Menambah pengetahuan dalam bidang geoteknik mengenai geotekstil sebagai lembaran sintesis perkuatan lereng timbunan tanah dan menjadi informasi atau referensi dan upaya pengendalian stabilitas lereng.
5. Menambah wawasan mengenai perhitungan matematis menggunakan metode *Bishop Simplified*.

6. Mengetahui hasil perbandingan evaluasi stabilitas lereng antara kondisi dengan dan tanpa perkuatan geotekstil dengan bantuan aplikasi *PLAXIS 2D* dan *Geostudio Slope/W*.

1.5 Batasan Masalah

Untuk menjaga agar pembahasan penelitian tetap sesuai dengan konteks yang telah ditetapkan. Adapun batasan-batasan yang digunakan oleh penulis dalam pelaksanaan analisis dan perancangan alternatif perkuatan lereng dapat diuraikan, pada poin-poin berikut:

1. Analisis timbunan lereng di Jalan Tol Klaten – Purwomartani Seksi 1 Paket 1.2 STA 38+000. Pemodelan analisis *Safety Factor* (SF) dan bidang kelongsoran hanya dibuat pada STA 38+000.
2. Tanah timbunan berasal dari *quarry* di Talun, Kemalang lalu diuji laboratorium. Data sekunder berupa indeks propertis diperoleh dari konsultan pengawas pada tahun 2025.
3. Sampel tanah dasar diambil di kawasan Dusun Purwomartani, Kecamatan Kalasan tepatnya di Babadan ruas Jl. Raya Kalimati, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, sampel berupa tanah *undisturbed* dan *disturbed*, pengujian tanah dilakukan di Laboratorium Politeknik Negeri Jakarta.
4. Hanya memperhitungkan analisis *Safety Factor* (SF) dan bidang kelongsoran yang terjadi pada Jalan Tol Klaten – Purwomartani Seksi 1 Paket 1.2 STA 38+000.
5. *Software* analisis stabilitas yang digunakan *pada Finite Element Method (FEM)* ialah *PLAXIS 2D* V24, *Limit Equilibrium Method (LEM)* menggunakan *Software GEOSLOPE/W* 2025 dan bantuan *Software* lainnya adalah *AutoCAD* 2024 dan *Microsoft Exel*.
6. Pembebanan yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi beban akibat berat sendiri, beban lalu lintas, beban merata, beban gempa, dan beban hujan.
7. Pembebanan Kendaraan mengacu pada beban lalu lintas jalan tol sesuai SNI 8460:2017.

8. Analisis stabilitas lereng timbunan tanah menggunakan metode irisan (*method of* slice) dan perhitungan manual menggunakan metode *Bishop Simplified*.
9. Parameter geosintetik yang diaplikasikan berupa geotekstil non *Woven Staple Fiber Polypropylene* UNW - 60P diperoleh dari PT. Teknindo Geosistem Unggul menunjukakan nilai kekuatan tarik mencapai 52 kN/m dan pemasangan perkuatan secara horizontal.
10. Nilai koefisien gempa dinamik diambil sesuai kondisi gempa Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) bersumber dari rsa.ciptakarya.pu.go.id tahun 2026 merujuk SNI 1726:2019.
11. Pada pengujian laboratorium mandiri terhadap tanah dasar, pengujian CBR tidak dilakukan dan tidak dibandingkan.
12. Data curah hujan didapatkan dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman Proyeksi Tahun 2023 dan Peraturan Kepala BMKG Nomor Kep: 009 Tahun 2022.
13. Penelitian ini tidak melibatkan pengukuran elevasi muka air tanah maupun penentuan batas lapisan keras. Oleh karena itu, penulis menetapkan nilai parameter melalui pendekatan literatur.
14. Perbedaan ketinggian lereng timbunan tanah adalah 4 m, 6 m, 8 m.
15. Pada analisis tidak mencakup perhitungan biaya, waktu, volume galian dan timbunan serta konsolidasi.
16. Kemiringan lereng adalah 1V : 2H.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memberikan kemudahan bagi pembaca dalam memahami isi penelitian, penyusunan laporan ini dibagi menjadi beberapa bab yang masing-masing memuatsub-bab sesuai dengan ruang lingkup pembahasannya. Adapun uraian masing- masing bab dijabarkan pada poin-poin berikut:

BAB I PENDAHULUAN

BAB I menguraikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, maanfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

BAB II menyajikan tinjauan pustaka yang memuat teori hasil penelitian terdahulu yang relevan serta hipotesis penelitian yang akan dilaksanakan. Pembahasan ini bertujuan untuk membandingkan temuan sebelumnya sekaligus memperkuat landasan teoritis penelitian. Landasan teori mencangkup penjelasan mengenai tanah, indeks properti tanah, pengujian laboratorium, korelasi parameter, stabilitas lereng, pembebanan, mekanisme geotekstil, metode *Bishop*, *Finite Element Method* (FEM), *Limit Equilibrium Method* (LEM)*, Software PLAXIS 2D* dan *Software Geostudio SLOPE/W.*

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

BAB III menjelaskan mengenai metodologi penelitian mencangkup gambaran umum penelitian, lokasi penelitian, diagram alir penelitian, rencana penelitian, lokasi sampel tanah, metode pengujian tanah, teknik pengelolahan data, jenis data, variabel data dan bagan alir analisis.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab IV memaparkan hasil dan pembahasan mengenai pengujian tanah dan analisis stabilitas lereng timbunan menggunakan *PLAXIS* 2D, GeoStudio SLOPE/W, dan metode Bishop. Pembahasan mencakup pengaruh variasi ketinggian timbunan, kondisi pembebanan, serta efektivitas geotekstil dalam meningkatkan faktor keamanan dan stabilitas lereng.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

BAB V berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian serta saran yang dapat digunakan sebagai masukan untuk penelitian selanjutnya maupun penerapan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar Pustaka memuat seluruh sumber referensi yang digunakan sebagai landasan teori, acuan metode, dan pendukung dalam penyusunan penelitian ini.

LAMPIRAN

Lampiran berisi data pendukung penelitian, hasil pengujian, perhitungan, gambar, serta dokumen lain yang berkaitan dengan pelaksanaan dan hasil penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Alzahri, S. et al. (2020). *KAJIAN STABILITAS LERENG DENGAN PERKUATAN GEOTEKSTIL DAN DINDING PENAHAN TANAH KANTILEVER*. *4247*(April), 15–24.

ANAM, R. K. (2025). *ANALISIS STABILITAS TANAH TIMBUNAN BADAN JALAN DENGAN PERKUATAN SOIL REPLACEMENT DAN GEOSINTETIK (Studi Kasus Proyek Jalan Tol Bocimi 3B Sta 32+925 - 32+950)*.

Wahidin, N. (2026). *Analisis Stabilitas Lereng menggunakan Dinding Penahan Tanah dengan Perkuatan Mortar Busa*. *8*(2), 118–129.

Arif, I. (2016). *GEOTEKNIK TAMBANG*. Gramedia Pustaka Utama.

Badan Geologi, K. E. dan S. D. M. (2023). *ANALISIS GEOLOGI KEJADIAN GEMPA BUMI MERUSAK DI PERAIRAN SELATAN PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA DAN JAWA TENGAH, TANGGAL 30 JUNI 2023*. https://geologi.esdm.go.id/index.php/media-center/analisis-geologi-kejadian-gempa-bumi-merusak-di-perairan-selatan-provinsi-daerah-istimewa-yogyakarta-dan-jawa-tengah-tanggal-30-juni-2023

Bagaskoro, M. N. (2023). STABLE SLOPE DESIGN BASED ON LIMIT EQULIBRIUM METHOD (LEM) AND FINITE ELEMENT METHOD (FEM) AT PIT X , LAHAT , SOUTH SUMATRA. *JOURNAL OF GEOLOGICAL SCIENCES AND APPLIED GEOLOGY*, *7*(2), 25–29.

Yu, H. (2024). *Slope Stability Analysis Using Limit Equilibrium and Numerical Modeling*. *2*(3), 117–124.

Binamarga, P. U. (2009). *Perencanaan dan Pelaksanaan perkuatan tanah dengan geosintetik*.

Bowles, J. E. (1984). *SIFAT - SIFAT FISIS DAN GEOTEKNIS TANAH : (Mekanika Tanah)* (Edisi ke-2). Jakarta : Erlangga.

Bowles, J. E. (1997). *FOUNDATION ANALYSIS AND GESIGN*.

BPS. (2025a). *Perkembangan Pariwisata Daerah Istimewa Yogyakarta, Maret 2025*. Badan Pusat Statistik Provinsi DI Yogyakarta. https://yogyakarta.bps.go.id/id/pressrelease/2025/05/02/1629/perkembangan-pariwisata-daerah-istimewa-yogyakarta--maret-2025.html

BPS. (2025b). *Proyeksi Jumlah Penduduk menurut Kabupaten/Kota di D.I. Yogyakarta (Jiwa), 2025*. Badan Pusat Statistik Provinsi Di Yogyakarta. https://yogyakarta.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTMzIzI=/jumlah-penduduk-

BPS DIY. (2025). *Curah Hujan per Bulan (mm), 2024*. https://yogyakarta.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTUyIzI=/curah-hujan-per-bulan.html

BSN. (2017). *Persyaratan perancangan geoteknik, SNI 8460:2017*.

Budi, G. S. (2011). *PENGUJIAN TANAH DI LABORATORIUM Penjelasan dan Panduan* (Edisi-1). GRAHA ILMU.

Burland and WROTH, J. . B. and C. . (1975). *Settlement of Buildings and Associated Damage*.

CAHYANTO, A. W. (2020). *STUDI KOMPARASI PENGGUNAAN RETAINING WALL BETON TYPE CANTILEVER WALL DAN DENGAN PERKUATAN GEOTEXTILE*. *25*(1).

Darwis, D. I. H. D. M. S. (2018). *DASAR-DASAR MEKANIKA TANAH*. Pena Indis.

Das, B. M. (1995). *MEKANIKA TANAH Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis* (Jilid 1). ERLANGGA.

Darmawan, A. (2022). TINJAUAN STABILITAS LERENG AKIBAT BEBAN GEMPA DENGAN PEMODELAN NUMERIS (STUDI KASUS JALAN PLONO KEBUN TEH NGLINGGO KABUPATEN KULONPROGO YOGYAKARTA). *Civil Engineering Anf Technology Journal*, *IV*(1), 1–10.

Maranatha, U. K. (2026). *Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Slope / W Pada Area Gudang Semen Pongkor ABSTRACT . Slope Stability Analysis Using Slope / W In The Cement Pongkor Warehouse*. *22*(April), 102–114. https://doi.org/10.28932/jts.v22i1.12515

DWINAGARA, B. (2025). COMPARATIVE ASSESSMENT OF ROCK SLOPE STABILITY ANALYSIS USING GENERALIZED ANISOTROPIC AND JOINT NETWORK. *Indonesian Mining Journal*, *28*(1), 1–15. https://doi.org/10.30556/imj.Vol28.No1.2025.1548

Elviani, D. (2020). *ANALISIS KESTABILAN LERENG MENGGUNAKAN SOFTWARE GEOSTUDIO SLOPE/W 2012 STUDI KASUS DAERAH*

WISATA KABUPATEN PESAWARAN LAMPUNG. INSTITUT TEKNOLOGI SUMATERA.

Fitri, S. N. (2022). PENGARUH KUAT TARIK GEOTEKSTIL TERHADAP ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN VARIASI BEBAN VERTIKAL DAN JARAK VERTIKAL GEOTEKSTIL. *Jurnal Matriks Teknik Sipil*, *10*(3), 269–279.

Artikel, R. (2021). *ANALISIS KLASIFIKASI TANAH DENGAN METODE USCS (MEURANDEH KOTA LANGSA)*.

Hakam, D. A. (2010). *Stabilitas Lereng dan Dinding Penahan Tanah*. Univesitas Andalas Press.

Hardiyatmo, H. C. (2002). *MEKANIKA TANAH I* (Edisi-3). GADJAH MADA UNIVERSITY PRESS.

Hardiyatmo, H. C. (2003). *MEKANIKA TANAH II* (Edisi-3). Gajah Mada University Press.

Hardiyatmo, H. C. (2012). *Mekanika Tanah II*. Gajah Mada University Press.

Hardiyatmo, H. C. (2014). *Tanah Ekspansif: Permasalahan dan Penanganan*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press, 2014.

Iftikhar, A. A. (2024). *ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN PERKUATAN SOIL NAILING MENGGUNAKAN PROGRAM PLAXIS 2D V20 (Studi Kasus : Tebing Cibeureum, Kabupaten Cianjur)*. UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA.

Isnanto, H. F. (2023). Sistem Monitoring Kelembaban Tanah Pada Tanaman Kacang Hijau Berbasis Internet Of Things. *Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer (JURITEK)*, *3*(3), 587–600.

Karimov, E. (2024). *FEM ve LEM yöntemleri ile Ziğ (Azerbaycan , Bakü) heyelan sahasının incelenmesi The investigation of the Ziğ (Baku , Azerbaijan) landslide area using FEM and LEM methods*. *14*, 1004–1020. https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.1470976

Banjir, P. (2022). *PEMETAAN RESIKO BANJIR MENGGUNAKAN CITRA SATELIT (Studi Kasus : Kabupaten Sleman , Daerah Istimewa Yogyakarta) Rika Nuraini*. *8*(2).

Taus, M. M. (2023). *KARAKTERISASI MINERAL LEMPUNG DESA MAURISU*

UTARA , KABUPATEN TIMOR TENGAH UTARA TERAKTIVASI KOH SEBAGAI BAHAN BAKU ADSORBEN. *5*(1), 14–21.

KRISDIANTO, F. (2021). *ANALISIS STABILITAS PADA TUBUH BENDUNGAN DENGAN IRISAN FELLENIUS DAN DEBIT REMBESAN DENGAN METODE CASAGRANDE MENGGUNAKAN SOFTWARE GEOSTUDIO*.

Verma, O. (2025). Slope stability and surface displacement analysis of the Kuther Landslide in the Dehar Watershed , Himachal Himalaya , Northern India. *Discover Geoscience*. https://doi.org/10.1007/s44288-024-00107-0

Lelono, F. N. G. (2022). *ANALISIS STABILITAS TIMBUNAN TANAH MENGGUNAKAN PERKUATAN GEOTEKSTIL DENGAN PROGRAM GEOSTUDIO 2012 (STUDI KASUS : JALAN TOL BALIKPAPAN - SAMARINDA STA. 2+300). TUGAS AKHIR.* UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA.

Manurung, W. I. (2021). *Analisis Hasil Perencanaan pada Pemodelan Stabilitas Timbunan dengan Program*. *19*, 295–304.

Marga, D. J. B. (2005). *Rekayasa penanganan keruntuhan lereng pada tanah residual dan batuan*. Departemen Pekerjaan Umum.

Maulida, A. R. (2023). *ANALISIS STABILITAS LERENG TIMBUNAN JALAN DENGAN PERKUATAN GEOTEKSTIL MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA (STABILITY ANALYSIS OF SLOPE ROAD EMBANKMENT WITH GEOTEXTILE REINFORCEMENT USING THE FINITE ELEMENT METHOD) (Studi Kasus di Ruas Jalan Tawang - Ngalang*. UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA.

Muchtaranda, I. H. (2022). PENGARUH HUJAN TERHADAP STABILITAS LERENG DENGAN RETAKAN PADA TANAH KOHESIF (Studi Kasus : Tanah Longsor di Desa Guntur Macan Kecamatan Gunung Sari Kabupaten Lombok Barat). *Spektrum Sipil*, *9*(2), 97–110.

Marasabessy, M. I. (2025). *Studi komparatif metode elemen batas dan elemen hingga pada stabilitas lereng galian menggunakan perangkat lunak hyrcan dan adonis*. *5*(1), 452–460.

Pandu Graha Rizqullah, Y. (2022). Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung – Cilincing

Seksi 2 STA 6 + 475). *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil Available*, *19*(2), 5–11. https://doi.org/http://ejournal2.pnp.ac.id/index.php/jirs/

Umum. (2005). *Dasar - Dasar Perencanaan Drainase Jalan (Road Design Engineer-07)*.

Purba, H. (2024). *Peneliti BRIN Duga Longsor di Tol Bocimi Akibat Drainase Tak Efektif*. DetikNews. https://news.detik.com/berita/d-7278336/peneliti-brin-duga-longsor-di-tol-bocimi-akibat-drainase-tak-efektif

Putra Andrean, Iswan, M. J. (2021). *Pengaruh Variasi Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Uji Kuat Tekan Bebas pada Tanah Lempung dan Lanau yang Distabilisasi Menggunakan Kapur pada Kondisi Rendaman*. *4*(2), 1–19.

Putra, D. P. (2025). RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL GEMPA DOUBLE SENSING ALGORITMA LOS- NLOS DI KABUPATEN SLEMAN. *Jurnal Perencanaan Pembangunan*, *2*(1), 33–47.

Qayyim, A. I. (2021). *ANALISIS STABILITAS TIMBUNAN LERENG JALAN DENGAN PERKUATAN GEOTEKSTIL MENGGUNAKAN PROGRAM PLAXIS 8.6 PADA PROYEK TOL CIBITUNG – CILINCING (STABILITY ANALYSIS OF SLOPE ROAD EMBANKMENTS WITH GEOTEXTILE REINFORCEMENT USING PLAXIS 8.6 PROGRAM IN CIBITUNG – CI*.

Quan, H. Van. (2026). ANALYSIS OF SLOPE STABILITY UNDER DYNAMIC VEHICLE. *Transport and Communications Science Journal*, *77*(4), 416–430.

Permana, S. (2021). Analisis Laboratorium Timbunan Tanah pada Pembangunan Jalan Alternatif Kadungora – Leles Km . 0 + 700 s / d 3 + 500 Kec . Kadungora (LPA dan LAPEN). *Jurnal Konstruksi*, *Vol. 19*; *N*, 191–201.

RAMADHAN, S. M. (2023). *ANALISIS STABILITAS TIMBUNAN DENGAN PERKUATAN GEOTEKSTIL MENGGUNAKAN PROGRAM PLAXIS V20 (ANALYSIS OF HEAP STABILITY WITH GEOTEXTILE REINFORCEMENT USING PLAXIS V20 PROGRAM) (STUDI KASUS : PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL CIBITUNG - CILINCING STA 4+600). TUGAS* . UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA.

RASSA, P. I. (2023). *ANALISIS KESTABILAN LERENG MENGGUNAKAN PERBANDINGAN METODE MORGENSTERN –PRICE DAN METODE BISHOP, DI DESATUNBAUN, KECAMATAN AMARASI BARAT,*

KABUPATEN KUPANGNUSA TENGGARA TIMUR. SKRIPSI. UNIVERSITAS NUSA CENDANA.

READ and STACEY, J. R. and P. (2009). *GUIDELINES FOROPEN PIT SLOPE DESIGN*. CSIRO.

Reynaldi Zulkifli, Muhardi, R. P. (2024). ANALISIS STRUKTUR GEOLOGI BAWAH PERMUKAAN DI KABUPATEN SLEMAN BERDASARKAN ANOMALI DATA GRAVITASI. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, *10*(02), 162–172.

Robertso and Mayne, P. K. dan P. W. (1998). *Geotechnical Site Characterization*.

Rosyadah, S. (2025). *ALTERNATIF PERKUATAN LERENG DENGAN GRAVITY WALL DAN GEOSINTETIK PADA KAWASAN PT UNITED TRACTORS SATUI KALIMANTAN SELATAN*. UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA.

Amalina, A. N. (2025). *Analisis perbandingan nilai keamanan lereng dengan menggunakan Slope / W dan SLIDE pada proyek pertambangan PT Cipta Kridatama Site Jambi*. *5*(1), 479–487.

SALMAWATI. (2024). *ANALISIS KESTABILAN LERENG MENGGUNAKAN LIMIT EQUILIBRIUM METHOD BERBASIS PROGRAM GEOSTUDIO SLOPE/W DAN ROCSCIENCE SLIDE*. UNIVERSITAS HASANUDDIN.

Sampoerna University, T. (2022). *Variabel Bebas dan Terikat adalah: Pengertian dan Contoh*. https://www.sampoernauniversity.ac.id/id/news/variabel-terikat-adalah

SAPUTRA, A. (2022). *EVALUASI STRUKTUR PERKERASAN LENTUR JALAN DI ATAS TANAH RAWAN LONGSOR (STUDI KASUS: RUAS JALAN SORONG – MAKBON STA 17+125 – STA 17+408)*.

Seequent, T. B. S. C. (2022). *Stability Modeling with GeoStudio*.

Siregar, C. A. (2021). PERBANDINGAN STABILITAS LERENG ANTARA METODE KESEIMBANGAN. *Seminar Nasional Ketekniksipilan, Infrastruktur Dan Industri Jasa Konstruksi (KIIJK*, *1*(1), 335–343.

Soepandji & Craig, R. F. C. & D. B. S. (1989). *MEKANIKA TANAH* (Edisi-4). Erlangga.

Sugiyono. (2013). *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. ALFABETA.

Syarifudin, A. (2025). *Diguyur Hujan Deras, Talud Jalan Setinggi 4 Meter di Tirtomartani Sleman Longsor*. Tribun Jogja News. https://jogja.tribunnews.com/2025/01/30/diguyur-hujan-deras-talud-jalan-setinggi-4-meter-di-tirtomartani-sleman-longsor.

UMUM, D. P. (2009). *Perencanaan dan pelaksanaan perkuatan tanah dengan geosintetik (No. 003/BM/2009)*.

UNGGUL, P. T. G. (2023). *DATASHEET UNGGULFELT NONWOVEN STAPLE FIBER PET* (p. 1).

VNS., M. (2007). *Advanced foundation engineering, geotechnical engineering series.* (First Edit). CBS Publishers & Distributors Pvt. Ltd.

Indonesia, U. K. (2023). *STUDI PERBANDINGAN ANALISIS FEM 2D DAN 3D PADA STABILITAS SHEET*. *6*(2), 485–494.