



ANALISA KESTABILAN LERENG DAN PELAKSANAAN BANGUNAN LODING RAMP PADA PEMBANGUNAN PABRIK KELAPA SAWIT KABUPATEN OKI. SUMATERA SELATAN

Chandra Hidayat^{*}, Anis Saggaff, Ratna Dewi

Profesi Program Profesi Insinyur, Universitas Sriwijaya, Ogan Ilir, Indonesia

^{*}Corresponding Author, Email : hidayatchandra535@gmail.com

ABSTRAK

Crude Palm Oil (CPO) atau minyak kelapa sawit mentah merupakan komoditas strategis yang memiliki banyak kegunaan, sehingga sangat bernilai. Salah satunya adalah sebagai bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan dibandingkan energi fosil. Di bidang pangan, CPO juga digunakan sebagai bahan baku utama dalam berbagai produk olahan. Salah satu komponen penting dalam alur proses di pabrik kelapa sawit adalah loading ramp. Fasilitas ini berfungsi sebagai tempat sortasi tandan buah segar (TBS) serta mengatur keluar masuknya buah ke dalam sloop hopper melalui konveyor sebelum diproses lebih lanjut. Namun, lereng timbunan pada area loading ramp memiliki potensi penurunan tahanan geser tanah (creep) serta perubahan properti tanah yang dapat menyebabkan ketidakstabilan, termasuk risiko longsor. Lereng yang terlalu curam atau tidak stabil dapat menimbulkan kelongsoran yang membahayakan. Oleh karena itu, dilakukan re-analisis terhadap desain lereng timbunan menggunakan metode kestabilan lereng Mohr-Coulomb. Analisis ini dibantu dengan perangkat lunak Plaxis 2D versi 8.6, yang menggunakan pendekatan metode elemen hingga (finite element method) serta mempertimbangkan faktor pembebanan sesuai standar SNI 8460:2017. Faktor keamanan minimum yang digunakan adalah $FK > 1,5$, sesuai standar teknik sipil geoteknik. Risiko akibat kelongsoran mencakup terganggunya fungsi sarana umum dan aset perusahaan seperti kendaraan pengangkut TBS, kantor sortasi, pabrik pengolahan, perumahan pegawai, serta potensi ancaman terhadap keselamatan jiwa manusia di sekitar lereng. Dari hasil analisis dengan mempertimbangkan beban lalu lintas, diperoleh faktor keamanan (FK) sebesar 1,71, yang memenuhi persyaratan kestabilan lereng. Angka keamanan ($FK=1,71$) yang memenuhi persyaratan kestabilan lereng.

Kata Kunci : Ketahanan Lereng, Loading Ramp, Tanah Timbunan, Metode Elemen Hingga, Plaxis -2D

ABSTRACT

Crude Palm Oil (CPO) is a strategic commodity with numerous applications, making it highly valuable. One of its significant uses is as an alternative fuel that is more environmentally friendly than fossil energy. In the food industry, CPO is also utilized as a primary raw material in various processed products. One critical component in the processing flow at palm oil mills is the loading ramp. This facility functions as a sorting area for fresh fruit bunches (FFB) and regulates the flow of fruit into the sloop hopper via conveyor belts before further processing. However, the embankment slopes in the loading ramp area are prone to a reduction in shear strength (creep) and changes in soil properties, which may lead to instability, including the risk of landslides. Slopes that are too steep or unstable can cause slope failures that pose serious hazards. Therefore, a re-analysis of the embankment slope design was carried out using the Mohr-Coulomb slope stability method. The analysis was assisted by Plaxis 2D version 8.6 software, which utilizes the finite element method (FEM) approach and incorporates loading factors based on the Indonesian National Standard (SNI) 8460:2017. The minimum required safety factor (SF) applied was greater than 1.5, in accordance with geotechnical engineering standards. The potential risks associated with slope failure include the disruption of public facilities and company assets such as FFB transport vehicles, sorting offices, processing plants, employee housing, and threats to human safety in the vicinity of the slope area. Based on the analysis considering traffic loads, a safety factor (SF) of 1.71 was obtained, which meets the slope stability requirements.

Keywords: Slope Stability, Loading Ramp, Embankment Soil, Finite Element Method, Plaxis 2D.

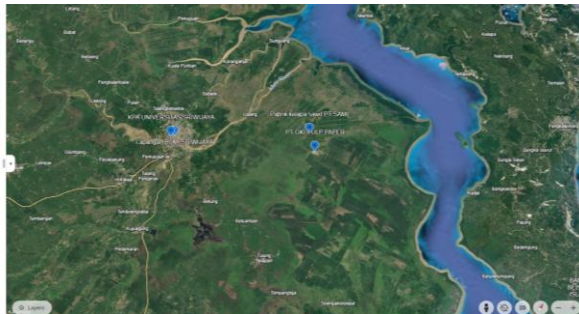
PENDAHULUAN

Loading Ramp sebagai komponen penting dalam pabrik pengolahan pati kelapa sawit. *Crude Palm Oil* (CPO) atau minyak kelapa sawit mentah merupakan komoditas strategis yang berperan penting dalam industri dan sektor pangan global. Minyak ini dihasilkan melalui proses ekstraksi dari daging buah kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) dan dikenal karena efisiensi serta beragamnya aplikasi. CPO memiliki banyak kegunaan yang menjadikannya sangat bernilai. Salah satunya adalah sebagai bahan bakar alternatif yang mampu menggantikan energi fosil dengan lebih ramah lingkungan. Di bidang pangan, CPO digunakan sebagai bahan baku utama dalam berbagai produk olahan, seperti cokelat, kue, biskuit, dan makanan ringan lainnya. Selain itu, minyak ini juga dimanfaatkan dalam produksi biofuel yang kinerjanya dinilai lebih unggul dibandingkan biodiesel konvensional. Dengan fleksibilitas yang tinggi dan peran strategisnya di berbagai sektor, CPO terus menjadi komoditas yang mendukung ketahanan energi dan pangan dunia.

Loading ramp merupakan salah satu elemen krusial dalam pabrik pengolahan pati kelapa sawit. Fasilitas ini memberikan berbagai manfaat, seperti meningkatkan efisiensi operasional, menjamin keselamatan kerja, dan menekan biaya produksi.

Pekerjaan ini berlokasi di Kabupaten Ogan Komering Ilir (OKI), Provinsi Sumatera Selatan, dengan kondisi geografis berupa tanah rawa dan sebagian besar berupa lahan gambut (Gambar 1). Dalam lingkungan seperti ini, keberadaan *loading ramp* sangat mendukung kelancaran proses pengolahan.

Secara fungsional, *loading ramp* digunakan sebagai tempat penampungan sementara tandan buah segar (TBS) sebelum diproses lebih lanjut. Selain itu, area ini juga berfungsi untuk menyortir dan mengevaluasi kualitas TBS guna memastikan bahan baku memenuhi standar mutu. Penerapan *loading ramp* yang tepat memberikan kontribusi besar terhadap kelancaran dan kualitas proses produksi, baik untuk produk CPO (*Crude Palm Oil*) maupun pati kelapa sawit.



Gambar1. Peta Lokasi Pabrik Kelapa Sawit

Dengan mempermudah proses pemuatan dan pembongkaran, meningkatkan aliran kerja, dan mengurangi risiko kecelakaan, *loading ramp* membantu pabrik mencapai tingkat produktivitas yang lebih tinggi dan memastikan bahwa material ditangani dengan cara yang aman dan efisien. Investasi dalam *loading ramp* tidak hanya mendukung pengelolaan logistik yang lebih baik tetapi juga berkontribusi pada keseluruhan keberhasilan dan profitabilitas pabrik pengolahan pati kelapa sawit adalah alat penting yang berfungsi sebagai jembatan antara area penyimpanan atau produksi dengan kendaraan pengangkut seperti truk atau kontainer. (Samosir,2014)



Gambar 2. Proses Perakitan Kontruksi Loading Ramp

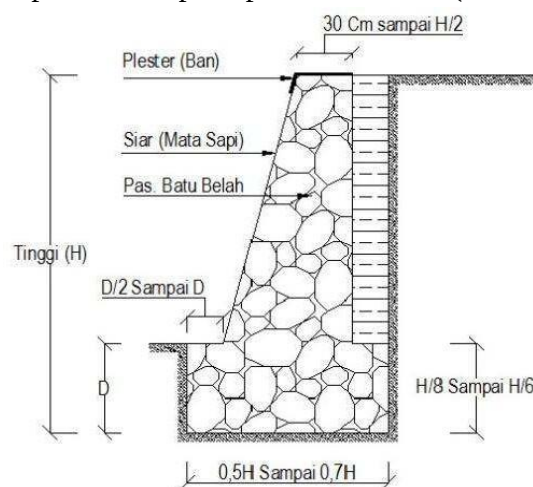
Dinding penahan tanah merupakan konstruksi penahan yang berfungsi menstabilkan tanah atau material lain yang tidak memiliki kemiringan alami, sekaligus berperan menahan timbunan tanah atau material sejenisnya, termasuk juga untuk menahan massa tanah pada tanah yang berkontur atau tanah yang memiliki elevasi yang berbeda, misalnya untuk *loading ramp* raya dan bangunan pada lereng Gambar 2. (Zulfendri, 2022 ; Saputra et al., 2020)

Dinding penahan tanah berfungsi menyokong tanah lepas atau tanah alami yang kurang stabil, mencegah tanah dari bahaya ke longsor, menahan ke longsor karena beban air hujan, berat tanah dan gaya tekan dari atas, menahan pergerakan tanah sehingga struktur bangunan lebih stabil, dan mencegah resiko kelongsoran untuk area di bawah lereng (Panjaitan et al , 2024). Menurut Assiddiqy (2023), fungsi utama dari konstruksi penahan tanah adalah menahan tanah yang berada di belakangnya dari bahaya longsor akibat: (1) Benda-benda yang ada diatas tanah (perkerasan dan konstruksi jalan, jembatan, kendaraan, dll), (2) Berat tanah, (3) Berat air (tanah)

Berdasarkan untuk mencapai stabilitasnya, maka dinding penahan tanah dapat digolongkan dalam beberapa jenis (Maulidah et al, 2023), yaitu :

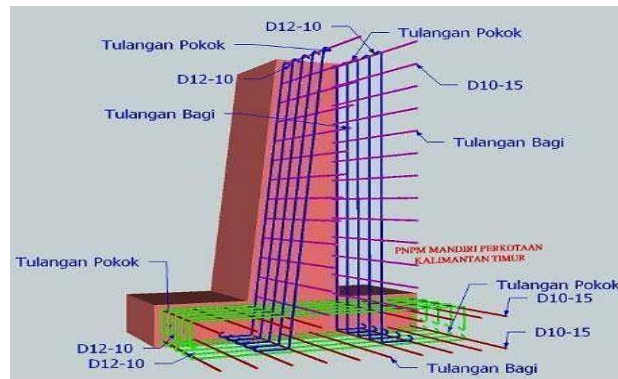
1. Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi (*Gravity Retaining Wall*)

Dinding ini dibuat dari beton tidak bertulang atau pasangan batu, terkadang pada dinding jenis ini dipasang tulangan pada permukaan dinding untuk mencegah retakan permukaan akibat temperature, seperti pada Gambar-3 (Hardiyatmo, 2011)

Gambar 3. Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi (*Gravity Retaining Wall*)

2. Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever (*Cantilever Retaining Wall*)

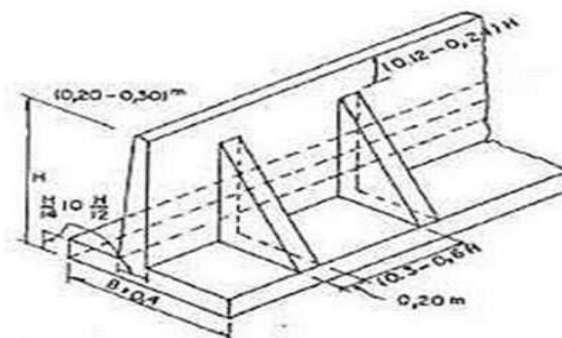
Dinding ini terdiri dari kombinasi dinding dengan beton bertulang yang berbentuk huruf T, seperti pada gambar 4. Ketebalan dari kedua bagian relatif tipis dan secara penuh diberi tulangan untuk menahan momen dan gaya lintang yang bekerja pada dinding tersebut. Stabilitas konstruksinya diperoleh dari berat sendiri dinding penahan dan 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 6-7 meter (Ningrum & Murti, 2024).



Gambar 4. Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever

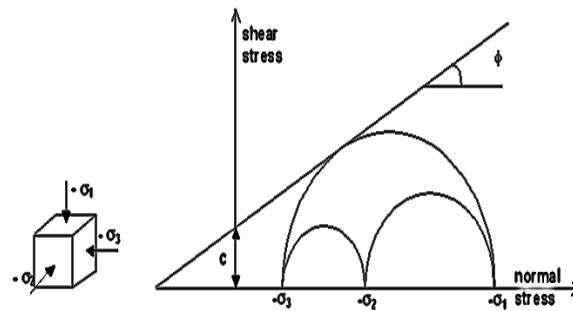
3. Dinding Penahan Tanah Tipe Counterfort (*Counterfort Wall*)

Dinding ini terdiri dari dinding beton bertulang tipis yang di bagian dalam dinding pada jarak tertentu didukung oleh pelat/dinding vertikal yang disebut *counterfort* (dinding penguat). Ruang di atas pelat pondasi diisi dengan tanah urug, seperti pada gambar 5. Apabila tekanan tanah aktif pada dinding vertikal cukup besar, maka bagian dinding vertikal dan tumit perlu disatukan (kontrafort). Kontrafort berfungsi sebagai pengikat tarik dinding vertikal dan ditempatkan pada bagian timbunan dengan interval jarak tertentu. Dinding kontrafort akan lebih ekonomis digunakan bila ketinggian dinding lebih dari 7 meter (Junaedi, 2021)



Gambar 5. Dinding Penahan Tanah Tipe Kontrafort

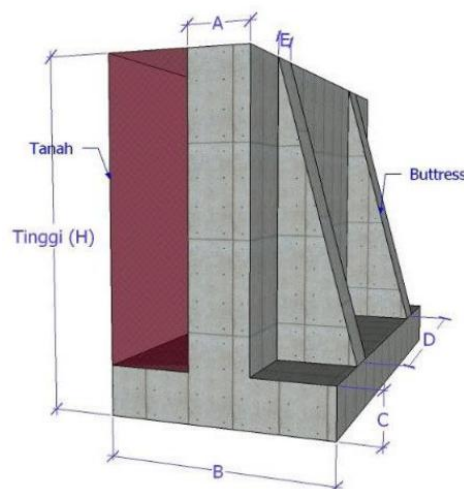
Keruntuhan tanah mengikuti prinsip lingkaran Mohr (Mohr-Coulomb) seperti pada gambar 6. Di mana jika pergerakan dinding membuat Δx semakin besar, maka pada akhirnya, lingkaran Mohr akan menyentuh garis keruntuhan. Tahanan geser tanah ikuti persamaan



Gambar 6. Lingkaran Mohr Tekanan Pasif

4. Dinding Penahan Tanah Tipe *Buttress* (*Buttress Wall*).

Dinding buttress memiliki kemiripan dengan dinding kontrafort, namun perbedaannya terletak pada penempatan kontrafort di depan dinding. Struktur kontrafort berperan dalam menahan beban tekan. Pada dinding jenis ini, bagian tumit lebih pendek dibandingkan bagian kaki. Kestabilan konstruksinya didapatkan dari berat dinding penahan itu sendiri serta berat tanah di atas tumit tapak. Dinding ini biasanya dibangun pada sisi dinding yang mengalami tekanan untuk mengurangi gaya geser yang bekerja pada dinding memanjang dan pelat lantai. Konstruksi ini lebih ekonomis untuk ketinggian di atas 7 meter. Namun, kelemahannya adalah proses penahanannya yang lebih rumit dibanding jenis lainnya, serta pemadatan tanah di area belakang dengan metode rolling menjadi lebih sulit (Aqsha, 2024). Contohnya dapat dilihat pada gambar 7

Gambar 7. Dinding Penahan Tanah Tipe *Buttress*

Pada teori Mohr-Coulomb gaya pada gambar 6 di atas adalah sebagai berikut:

$$\sigma_v' = \sigma_3'$$

$$\sigma_h' = \sigma_1'$$

dimana:

σ_h' : tekanan lateral tanah

σ_v' : tekanan efektif tanah

c' : kohesi tanah

ϕ' : sudut geser tanah

Sehingga persamaan Mohr-Coulomb yaitu:

$$\tau = c + \sigma \tan(\phi):$$

dimana

τ (tau) : Tegangan geser

c : Kohesi (nilai tegangan geser pada tegangan normal nol)

σ : Tegangan normal

ϕ (phi) : Sudut gesekan internal

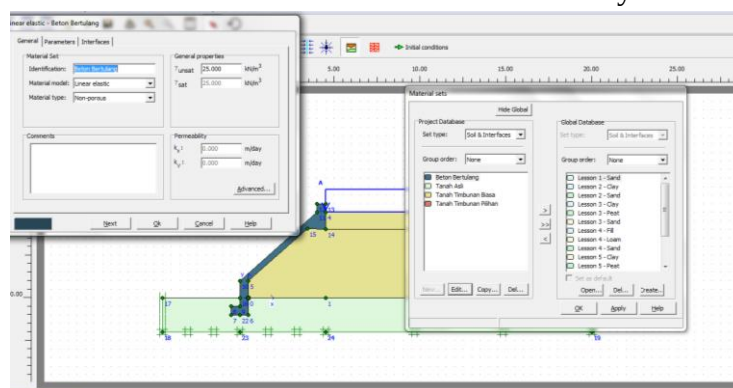
Tabel.1. Hasil Analisa Pada Aplikasi Plaxis

No	Hasil Analisa	Tujuan
1	Tekanan tanah aktif dan pasif	Menentukan gaya dorong dari tanah
2	Stabilitas sliding, overturning, bearing	Memastikan dinding tidak bergeser, terguling, atau gagal pada pondasi
3	Stabilitas lereng (jika ada)	Menjamin kestabilan keseluruhan area
4	Desain struktur (dimensi dan tulangan)	Membuat dinding cukup kuat terhadap beban
5	Analisa tekanan air dan drainase	Mencegah kegagalan akibat tekanan air berlebih
6	Analisa settlement	Memastikan dinding tidak mengalami penurunan berlebihan

Pada Plaxis V.8 ini perlu di definisikan Titik Tinjau pada lereng longso untuk menentukan putaran gaya pada proses analisa dari semua elemen gaya yang menyebabkan longsor

METODOLOGI PENELITIAN

Permodelan Geometri Single sloope Single slope memodelkan kedua sisi lereng yang masing-masing bagian lereng atas dan lereng bawah, lereng atas merupakan lereng yang paling sedikit menerima beban dengan kondisi lereng yang terjal, sedangkan Lereng Bawah yang menerima beban lalu lintas dan berat tanah di atasnya



Gambar 8. Permodelan Geometrik Dan Indexs Properties Tanah

Dalam Analisa kestabilan lereng dengan menggunakan Program Plaxis V 8.2. ini setelah permodelan geometri lereng dibentuk, Seperti Gambar-4 maka dimodelkan pula Cluster atau layer-layer tanah dalam setiap lapisan tanah yang datanya telah didapat dari hasil *Boring Log* dan soundir tanah seperti dalam Tabel-2.

Tabel 2 Soil Properties Tanah

Jenis Tanah		Lunak	Sedang	Keras	
Parameter		Clay	Clay	Clay	Unit
N-SPT (rata-rata)	asli	3	32	60	
Depth		16.0	16.0	16.0	
Konsistensi		Soft	Very stiff	Hard	
		cohesive	cohesive	cohesive	
		High	High	High	
Plastisitas	IP	plastic	plastic	plastic	
Model material	Model	MC	MC	MC	
Jenis perilaku material	Jenis	Undrained	Undrained	Undrained	
Berat isi tnh. di atas m.a.t	g_{bulk}	14	17	17	kN/m ³
Berat isi tnh. di bawah m.a.t	g_{sat}	16	19	19	kN/m ³
Permeabilitas horisontal	k_x	1.00E-07	1.00E-07	1.00E-07	m/s
Permeabilitas vertikal	k_y	1.00E-07	1.00E-07	1.00E-07	m/s
Modulus Young	E_{ref}	3625	17250	17250	kN/m ²
Angka Poisson	ν	0.35	0.35	0.35	
Kohesi	c_{ref}	19.6	209.2	392.25	kN/m ²
Sudut geser	ϕ	10	10	10	°
Sudut dilatasi	ψ	0	0	0	°

Pada tahap perencanaan struktur dinding penahan, sangat penting untuk mempertimbangkan berbagai jenis beban yang bekerja pada struktur tersebut. Dalam hal ini, beban yang digunakan akan dihubungkan dengan beban yang diberikan oleh kendaraan truk seberat 10 ton, yang kemudian diubah menjadi beban merata.

Dalam konteks dinding penahan, berat sendiri ini mencakup berat dinding penahan yang digunakan untuk menjaga kestabilan. Selain itu, perlu juga memperhitungkan berat tanah isian (backfill) yang ada di atas dinding penahan tersebut. Beban ini akan memberikan kontribusi pada tegangan yang diterima oleh dinding penahan dan tanah di sekitarnya. Untuk menghitung berat sendiri, perlu diketahui dimensi dan massa jenis material dari dinding penahan serta tanah isian.

Tekanan tanah yang bekerja pada dinding penahan dapat dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu:

1. Tekanan Tanah Aktif (*Active Earth Pressure*): Tekanan yang dihasilkan oleh tanah yang berada di sisi bebas dinding penahan (biasanya di sisi tanah yang tidak terpenyekap).
2. Tekanan Tanah Pasif (*Passive Earth Pressure*): Tekanan yang dihasilkan oleh tanah yang berada di sisi dinding penahan yang terpenyekap (misalnya, tanah di sisi belakang dinding).

Penting untuk mempertimbangkan tekanan tanah aktif dan pasif untuk menganalisis keseimbangan antara gaya yang bekerja pada dinding dan untuk menentukan apakah dinding penahan mampu bertahan terhadap gaya-gaya tersebut. Perhitungan tekanan tanah aktif dan pasif ini dapat dilakukan dengan menggunakan rumus klasik, seperti rumus Rankine atau Coulomb, yang mempertimbangkan kondisi tanah dan kemiringan dinding.

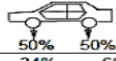
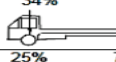
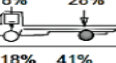
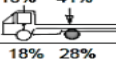
Pembebanan eksternal mencakup beban yang datang dari luar sistem utama perancangan dinding penahan, yang dapat berupa beban dari lalu lintas kendaraan atau beban lainnya yang bekerja di atas tanah di belakang dinding penahan. Misalnya, jika dinding penahan terletak di sepanjang jalan raya atau ramp yang dilalui truk, maka beban

dari kendaraan tersebut harus diperhitungkan dalam analisis dalam Tabel-3, di mana beban yang diterima oleh dinding dari kendaraan truk adalah 10 kN/m^2 , yang diasumsikan sebagai beban merata (uniform load) yang bekerja pada area yang dibebani kendaraan tersebut. Beban ini akan mempengaruhi distribusi tegangan dalam tanah di sekitar dinding penahan, serta pengaruh terhadap kestabilan dinding dan tanah di sekitarnya.

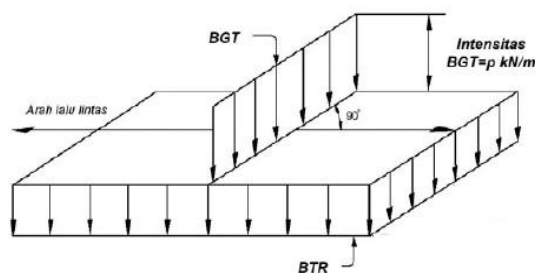
Selain beban kendaraan, beban air (misalnya, tekanan air tanah atau air hujan yang menggenang) juga harus diperhitungkan, karena dapat memengaruhi stabilitas dinding penahan. Hujan juga berperan dalam meningkatkan beban pada tanah isian (backfill) yang berada di atas dinding penahan karena pengaruh dari perubahan kadar air yang dapat menambah berat tanah.

Tabel 3 menjelaskan pembagian beban yang diterima dari kendaraan berdasarkan distribusi sumbu roda. Biasanya, kendaraan seperti truk memiliki lebih dari satu sumbu roda, dan setiap sumbu memberikan beban yang berbeda. Dalam perencanaan struktur, penting untuk mengetahui bagaimana beban tersebut didistribusikan pada tanah dan dinding penahan. Dengan memperhitungkan berbagai jenis beban seperti berat sendiri, tekanan tanah aktif dan pasif, serta pembebanan eksternal, maka perancangan dinding penahan akan lebih komprehensif dan dapat menjamin kestabilan jangka panjang dari struktur tersebut.

Tabel 3: Pembagian Beban Sumbu Roda Kendaraan

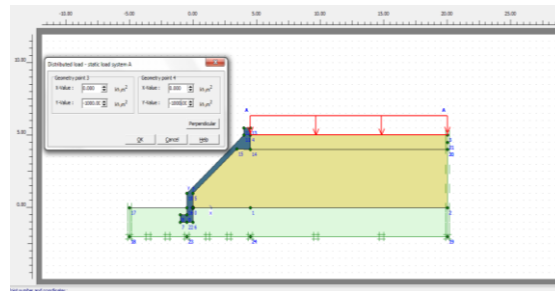
KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BERAT KOSONG (ton)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM (ton)	BERAT TOTAL MAKSIMUM (ton)	UE 18 KSAI KOSONG	UE 18 KSAI MAKSIMUM	
1,1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005	
1,2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	
1,2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1,2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	
1,22 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	
1,2+2,2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	3,9083	
1,2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	
1,2-2,2 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,183	

(Sumber : Manual Perkerasan Jalan dengan alat Benkelman beam No. 01/MN/BM/83).



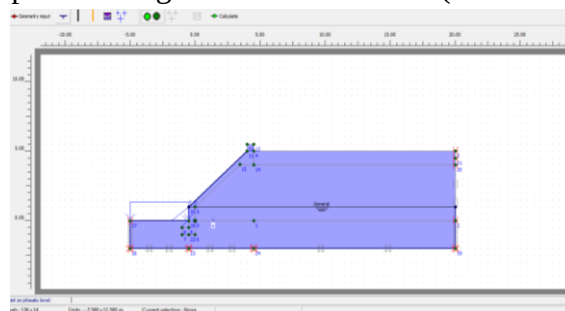
Gambar 9. Sebaran Beban Pada As Roda Truk

Beban lainnya seperti daya tampung dan tekanan air bila disebutkan maka beban itu harus dimasukkan dalam perhitungan. Apabila diamati kestabilan dinding penahan tanah, maka harus diperhatikan yaitu kestabilan terhadap guling, kestabilan terhadap longsor, serta kestabilan terhadap daya dukung tanah pondasi (Sosrodarsono, 2005), seperti ; gaya berat tanah (W) dan gaya-gaya luar pada perhitungan model elemen hingga. Lebih banyak jumlah Segi tiga akan lebih teliti Analisa



Gambar 10. Penentuan Nilai Pembebanan

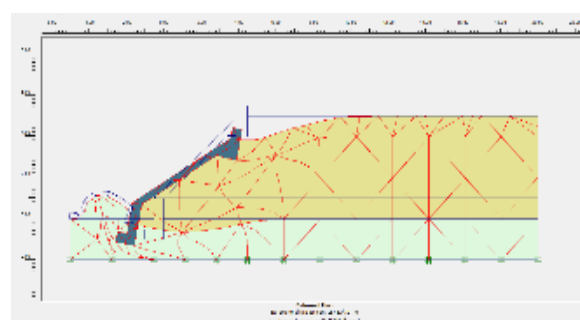
Pada Plaxis V.8 ini perlu di definisikan Titik Tinjau pada lereng longso untuk menentukan putaran gaya pada proses analisa dari semua elemen gaya yang menyebabkan longsor. Dengan Mempertimbangkan Muka Iar Tanah (*Preatic Level*) Gambar-10



Gambar 11. Gambar Muka Air Tanah

Dalam analisa geoteknik menggunakan Plaxis (software populer untuk analisa tanah dan struktur bawah tanah), dimana kondisi air tanah berpengaruh ke tekanan pori (*pore water pressure*) yang mempengaruhi stabilitas lereng, daya dukung tanah, deformasi tanah, dan sebagainya.

Gaya-gaya yang menggeser dinding penahan tanah akan ditahan oleh gesekan antara tanah dengan dasar pondasi, di mana tekanan tanah pasif terjadi bila di depan dinding penahan terdapat tanah timbunan. Pola deformasi seperti gambar 12

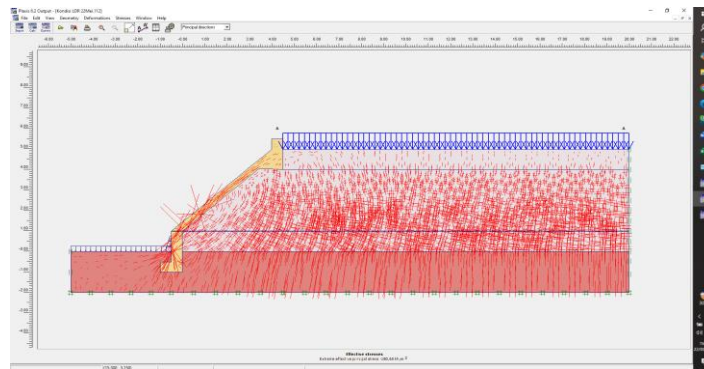


Gambar 12. Pola Deformasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tekanan Tanah Pada Lereng Timbunan

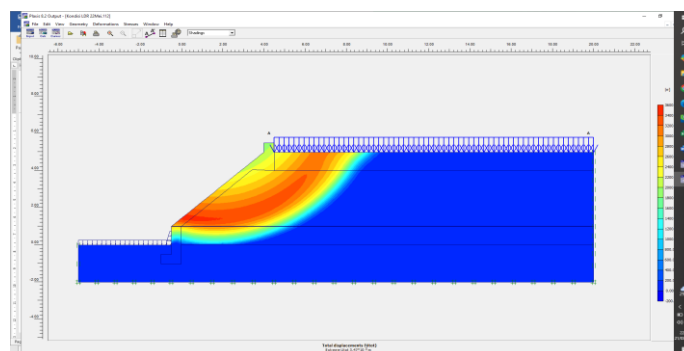
Pendekatan total stress Gambar 13 digunakan dalam analisis geoteknik karena mencerminkan kondisi lapangan yang terjadi dalam jangka pendek, terutama setelah galian, timbunan, atau perubahan beban dilakukan dengan cepat, sementara air pori dalam tanah belum sempat keluar. Dalam kondisi seperti ini, tanah, khususnya lempung jenuh, akan merespons beban secara undrained, artinya tekanan air pori naik tetapi belum berdifusi keluar, sehingga gaya geser yang menahan kestabilan lereng sepenuhnya bergantung pada kekuatan undrained (kohesi undrained/cu) tanpa mempertimbangkan sudut geser internal (ϕ). Analisis ini sangat penting saat merancang atau memeriksa struktur seperti tanggul, lereng, dan pondasi dalam tahap konstruksi awal, karena memberikan gambaran nyata terhadap respon instan dari massa tanah terhadap perubahan beban.



Gambar 13. Area Total Stress Dan Momen Maksimum

Pergerakan Lereng Akibat Tekanan Pada Tanah

Program Plaxis V.8 dalam analisa kestabilan lerengnya memodelkan material berdasarkan Methode Mohr-column pada dasar perhitungannya gambar 14, dan dilanjutkan proses penyebaran tengan dan analisa bidang longsornya dengan methode elemen hingga dengan berbagai lapisan yang berbeda sifat kekakunya. Element hingga ini lebih detil menganalisis suatu materi dalam menganalisa bidang luasan dan sebaran gaya dibanding methode lain karena didasarkan methode Elemen Hingga Pada Paaxis 2D yang paling pesat digunakan dalam berbagai dasar perhitungan teknis khususnya teknik sipil.



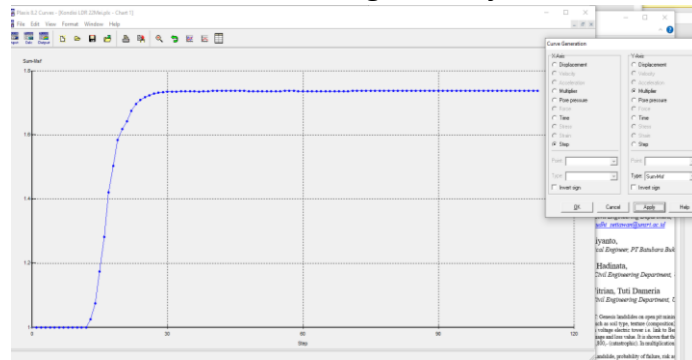
Gambar 14. Bidang Longsor

Hasil analisis PLAXIS Gambar-9 yang ditampilkan, terlihat distribusi total *displacement* atau perpindahan total pada model tanah dan struktur loading ramp. Total *displacement* menggambarkan besarnya pergerakan atau perubahan posisi tanah dan struktur akibat pembebanan, baik dalam arah horizontal, vertikal, maupun kombinasi keduanya. Visualisasi ini menggunakan gradasi warna, di mana warna biru menunjukkan area dengan perpindahan sangat kecil, sedangkan warna merah hingga oranye menandakan area dengan perpindahan terbesar.

Dari hasil tersebut, tampak bahwa daerah lereng pada *loading ramp* mengalami perpindahan paling signifikan, ditunjukkan dengan warna merah dan oranye yang dominan di area tersebut. Kondisi ini mengindikasikan adanya potensi deformasi yang cukup besar, sehingga perlu mendapatkan perhatian khusus dalam perencanaan dan stabilisasi lereng. Sementara itu, bagian bawah struktur yang berwarna biru menunjukkan tanah dalam kondisi relatif stabil, tanpa mengalami pergeseran berarti. Melalui pemahaman terhadap pola perpindahan ini, perancang dapat merencanakan tindakan perbaikan seperti perkuatan lereng atau pengaturan muka air tanah untuk memastikan kestabilan jangka panjang dari loading ramp yang dibangun.

Faktor Keamanan Loading Ramp

Faktor Keamanan sesuai dengan SNI 4860-2017 yang digunakan adalah minimal 1,5 (gambar 15). Simulasi *singgle slope* ini akan dianalisa factor keamanan (FK) masing masing lereng tiap titik longsor dan dibagi menjadi dua lereng, di mana pada lereng pertama bagian atas hanya berpengaruh terhadap kemiringan lereng dan properties tanah. Dan lereng bagian bawah adalah lereng *loading ramp* yang dipengaruhi oleh beban Tandan Buah Segar TBS Sawit dan kedua adalah lereng yang dipengaruhi oleh beban lalu lintas dan pengaruh berat lain dari beban lereng di atasnya



Gambar 15. Faktor Keamanan Lereng Loading Ramp

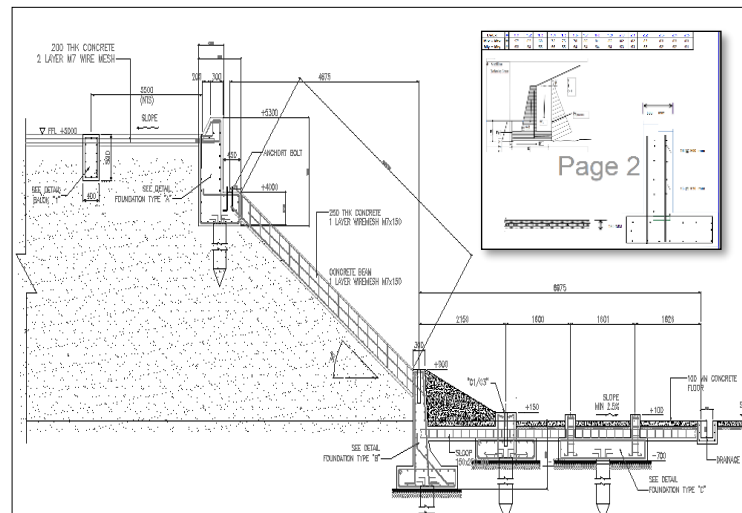
Analisa pada Gambar 15 yang ditampilkan menunjukkan grafik MSF (*Mobilization of Strength Factor*) pada aplikasi PLAXIS, yaitu perangkat lunak geoteknik berbasis metode elemen hingga (FEM). MSF di PLAXIS menggambarkan bagaimana faktor kekuatan tanah termobilisasi terhadap faktor keamanan total melalui metode pengurangan kekuatan (*Strength Reduction Method*). Pada grafik tersebut, sumbu horizontal menunjukkan langkah analisis atau faktor pengurangan, sedangkan sumbu vertikal menunjukkan tingkat mobilisasi kekuatan tanah.

Grafik pada gambar 15 memperlihatkan bahwa tanah diuji dengan cara mengurangi

kekuatannya secara bertahap. Saat nilai MSF mendekati satu, kekuatan penuh tanah belum seluruhnya termobilisasi. Ketika grafik menunjukkan kecenderungan mendatar, itu berarti kekuatan tanah telah sepenuhnya termobilisasi dan tidak dapat lagi menahan tambahan beban. Nilai MSF terakhir yang mendekati datar yang diambil sebagai nilai faktor keamanan model tersebut

Perencanaan Beton Loading Ramp

Setelah melalui tahapan desain, didapat hasil perencanaan seperti gambar 16 berikut :



Gambar 16. Perencanaan DED Struktur Dinding

Setelah Analisa didapat nilai yang diperlukan untuk proses perencanaan struktur beton bertulang *loading ramp* antara lain: total gaya momen maksimum 477,05 KN/m² dan total steress adalah 675,30 KN/m²

KESIMPULAN

Dari Hasil Analisis pada kondisi dengan beban lalu lintas pada model plaxis Angka keaman (FK)

1. Pada simulasi *single slope*

Lereng atas adalah geometrik lereng lebih landai atau tidak setajal lereng bawah hal itu dipengaruhi kemiringan dan tinggilereng disamping itu tidak menerima beban lalu lintas yang bersifat merusak nilai FK yang terkecil ada pada saat Pembangunan dan rentan dengan pengaruh air rawa pasang-surut dan pengaruh beban kendaraan yang berada diatas *loading ramp* sebelum pekerasan beton dilakukan namun secara keseluruhan lereng atas memiliki FK yang berkisar antara diatas 1,1 sampai 1,25 lereng tidak stabil pengaruh creep akibat geser air hujan dan beban lainnya setelah perkerasan beton bertulang angka faktor keamanan menjadi 1,71 relatif stabil namun kondisi asli lereng telah mengalami kelongsoran masih ada regangan siasa (*Residual Strenght*) selanjutnya menuju kepada kelongsoran atau lereng kritis.

2. Klasifikasi FK berdasarkan pada parameter kuat geser adapun nilai faktor keamanan yang dikeluarkan oleh Badan Standard Nasional Indonesia. 2017. SNI 8460-2017 adalah pada lereng geometrik *loading ramp* di lokasi *loading ramp* ditinjau dari faktor

resiko konsekuensi terhadap nyawa manusia dan bangunan permukiman atau konstruksi yang memiliki nilai keutamaan yang tinggi nilainya.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa faktor keamanan minimum untuk lereng harus lebih besar atau sama dengan 1,717

DAFTAR PUSTAKA

- Assiddiqy, M. H., Syaiful, A., Muktadir, R., & Taqwa, F. M. L. (2023). *Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Saluran Irigasi Situ Bala di Desa Purwasari, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor*. Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-ilmu Teknik Sipil, 7(2), 195-203.
- Aqsha, G. P. (2024). *Analisis Perencanaan Kapasitas Daya Dukung Pondasi Pada Dinding Penahan Tanah Upt Pengelolaan Irigasi Wampu Besitang Kabupaten Langkat (Studi Kasus)* (Doctoral dissertation, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara).
- Brinkgreve, r.b.j et al. (2007). *plaxis 2d—versi 8*. Delft University Of Technology And Plaxis, Belanda.
- Fahmi, M., & Ikhyia, I. (2020). *Analisis Stabilitas Timbunan pada Tanah Dasar Berbentuk Lereng dengan Metode Elemen Hingga*. RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil, 6(3), 179.
- Hardiyatmo, H.C. (2006). *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C. (2010). *Mekanika Tanah 1*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C. (2010). *Mekanika Tanah 2*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Ismanti, S. (2012). *Analisis Perilaku Timbunan dengan Perkuatan Geosintetik Menggunakan Software Plaxis*. Tesis. (Tidak Diterbitkan). Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Junaedi, J. (2021). *Analisa Dinding Penahan Tanah dengan Menggunakan Type Gravitasi di Jalan Purwobinangun Kota Samarinda*. Kurva Mahasiswa, 11(1), 575-600.
- Kementerian Pekerjaan Umum, 1971, *Peraturan Pembebanan Indonesia (PBI 1971)*, Penerbit Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Maulidah, Y., Diantoro, W., & Khamid, A. (2023). *Analisis Perencanaan terhadap Kinerja Dinding Penahan Tanah di Duku Padanama, Desa Mendala, Kecamatan Sirampog, Kabupaten Brebes*. Era Sains: Jurnal Penelitian Sains, Keteknikan dan Informatika, 1(3), 48-65.
- Ningrum, A. S. M., & Murti, A. S. (2024). *Analisis Perencanaan Daya Dukung Pondasi Borepile Bangunan Dinding Penahan Tanah Pada Proyek Pengelolaan Irigasi Kecamatan Binjai Utara (Studi Kasus)* (Doctoral Dissertation, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara).

- Panjaitan, S. R. N., Saragi, Y. R., & Sitompul, R. (2024). *Evaluasi stabilitas dinding penahan tanah pada pembangunan turap di kabupaten simalungun*. *Jurnal Construct*, 4(1), 42-48.
- Saputra, S. B., Zakki, A. F., & Trimulyono, A. (2020). *Analisis Kekuatan Konstruksi Graving Dock Gate Pada Dry Dock 8000 DWT*. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 8(4), 491-500.
- Standar Nasional Indonesia. (2017). *SNI 8460-2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik*, BSN, Jakarta, Indonesia.
- Standar Nasional Indonesia. 03-2847-2002: *Mendefinisikan beton bertulang, termasuk material dan prinsip desainnya*, BSN, Jakarta, Indonesia
- Standar Nasional Indonesia. 2837:2013: *Mengatur persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung, termasuk persyaratan mutu beton, metode perhitungan, dan prosedur pelaksanaan*, BSN, Jakarta, Indonesia
- Standar Nasional Indonesia. 2052:2024: *Standar terbaru yang mengatur baja tulangan beton, termasuk spesifikasi teknis dan persyaratan materialnya*, BSN, Jakarta, Indonesia
- Zulfendri, Z. (2022). *Perencanaan Dinding Penahan Tanah Retaining Wall Dam Katapiang Jorong Binu Nagari Kamang Hilia Kecamatan Kamang Magek* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat).



*Jurnal Deformasi is licensed under
a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License*