



Comparative Analysis of Slope Enforcement Between Gravity Wall With Gabions and Borepile on Samarinda - Bontang Axis Road Slide Sta. 3+450

Muhammad Rama Al Irsyad¹ ✉, Tatag Yufitra Rus², Mohamad Isram M. Ain³

^{1,2,3}Politeknik Negeri Balikpapan

✉ mrma101200@gmail.com

Received 04-08-2023; revision date 30-08-2023, accepted date 02-09-2023

Abstract

Samarinda - Bontang axis road is a national road that connects the cities of Samarinda and Bontang. The landslide that occurred at station 3+450 can endanger road users. A treatment is needed to improve the stability of the slope by analyzing slope stability using the 2D plaxis application. This study aims to determine the safety factor value of slope stability after using reinforcement the slope with existing rock pairs and retaining walls made of gabion with bore piles. The soil parameters used are from the Hardening Soil (HS) Undrained B model. The soil is divided into three layers with the consistency of silty clay laterite (0-2 m), sandy clay (2-6 m), and claystone (6-16 m). In the slope stability analysis, a traffic load of 100 kN/m² is considered to influence the slope stability. The analysis results show that the safety factor value of the slope stability with existing rock reinforcement is $1.346 < 1.5$ where the value is categorized as unsafe. The analysis of the slope stability with retaining walls made of gabion and bore piles resulted in a safety factor value of $1.604 > 1.5$ that the strengthening of slope stability is categorized as safe because it meets the safety score requirements of 1.5 (Safety Factor > 1.5).

Keywords: Slope Stability; Safety Factor; Gabion; Bore Pile

Analisa Perbandingan Perkuatan Lereng Antara Pasangan Batu Dengan Bronjong dan Borepile Pada Longsoran Jalan Poros Samarinda - Bontang Sta. 3+450

Abstrak

Jalan poros Samarinda - Bontang merupakan jalan nasional yang menghubungkan kota Samarinda dan kota Bontang. Longsoran yang terjadi di Sta. 3+450 dapat membahayakan pengguna jalan. Diperlukan suatu penanganan untuk meningkatkan stabilitas lereng tersebut dengan melakukan analisa stabilitas lereng dengan menggunakan aplikasi plaxis 2D. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai faktor keamanan stabilitas lereng setelah menggunakan perkuatan eksisting pasangan batu dan dinding penahan tanah bronjong dengan bore pile. Parameter tanah yang digunakan adalah model parameter Hardening Soil (HS) Undrained B. Tanah dibagi kedalam tiga lapisan dengan konsistensi lapisan lempung kelanauan bercampur laterit (0-2 m), lempung berpasir (2-6 m), dan batu lempung (6-16 m). Pada analisis stabilitas lereng menggunakan nilai beban lalu lintas sebesar 100 kN/m² berpengaruh terhadap stabilitas lereng. Dari hasil analisis didapatkan nilai faktor keamanan stabilitas lereng dengan perkuatan eksisting pasangan batu sebesar $1.346 < 1.5$ dimana nilai tersebut dikategorikan tidak aman. Hasil analisis stabilitas lereng dengan perkuatan dinding penahan tanah bronjong dan bore pile didapatkan nilai faktor keamanan sebesar $1.604 > 1.5$ bahwa perkuatan stabilitas lereng tersebut dikategorikan aman karena memenuhi syarat angka keamanan sebesar 1,5 (Safety Factor $> 1,5$).

Kata Kunci: Stabilitas Lereng; Angka Keamanan; Gabion; Bore Pile

1. Pendahuluan

Lereng adalah sebuah bukit atau daerah yang memiliki kemiringan atau kelerengan yang cukup tajam. Lereng dapat terbentuk akibat proses geologi seperti erosi, pelapukan, dan tektonik lempeng. Lereng dapat terjadi di gunung, pegunungan, atau tempat lain yang memiliki kemiringan yang cukup tajam. Biasanya, lereng memiliki kemiringan yang lebih tajam dari pada tanjakan atau bukit yang lebih datar. Lereng dapat menjadi sumber resiko longsor jika tidak diatur dengan baik atau jika terdapat faktor-faktor yang memicu longsor seperti hujan deras, erosi yang intens, atau perubahan suhu yang ekstrem.

Jalan poros Samarinda – Bontang adalah sebuah jalan yang terletak di Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia. Jalan ini merupakan jalan nasional yang menghubungkan kota Samarinda dan kota Bontang. Kondisi topografi jalan tersebut berupa daerah perbukitan dan lembah, sehingga lereng pada ruas jalan dengan kondisi tanah yang tidak stabil, rentan terhadap terjadinya longsor. Pada jalan ini, terdapat beberapa titik longsor yang sering terjadi, di antaranya adalah di Sta. 3+450. Longsor yang terjadi di Sta. 3+450 ini dapat membahayakan pengguna jalan tersebut.

Karena kondisi lereng pada Sta. 3+450 jalan Poros Samarinda - Bontang tidak stabil, sehingga diperlukan suatu penanganan untuk meningkatkan stabilitas lereng tersebut dan perlu dilakukan analisa stabilitas lereng menggunakan perkuatan dinding penahan tanah eksisting dan menggunakan perkuatan dinding penahan tanah bronjong dengan *bore pile* untuk mengetahui nilai faktor kemanannya. Untuk melakukan analisa stabilitas lereng tersebut, dapat digunakan aplikasi plaxis 2D. Plaxis 2D dinilai sangat kompatibel untuk menganalisis stabilitas tanah, khususnya untuk stabilitas lereng. Hal ini telah dibuktikan melalui penelitian sebelumnya oleh (Fachrurrozi et al., 2022), di mana penerapan stabilitas lereng pada 3 alternatif perbaikan lereng (*retaining wall*, *sheetpile wall*, dan *revetment wall*) menggunakan plaxis 2D, mampu menghasilkan *output* yang berupa tercapainya *Safety Factor* > 1,5. Selain itu, penurunan tanah berhasil memenuhi angka aman, sehingga pekerjaan konstruksi dapat dilakukan.

Plaxis 2D merupakan *software* Metode Elemen Hingga atau FEM (*Finite Element Method*) dua dimensi yang biasa digunakan untuk melakukan analisis geoteknik seperti deformasi, stabilitas, hingga aliran air tanah (Fachrurrozi et al., 2022). Dengan melakukan analisis stabilitas lereng menggunakan metode elemen hingga, maka dapat memperoleh beberapa keuntungan, seperti dapat membantu menganalisis longsor lereng yang kompleks, dapat menggunakan kondisi regangan dan tegangan lereng ke dalam perhitungan stabilitas lereng, dapat menerapkan berbagai macam kriteria keruntuhan (Hamdhan & Pratiwi, 2017). Dengan menggunakan program plaxis 2D, dapat diperoleh laporan yang menyajikan informasi mengenai tingkat stabilitas lereng setelah dilakukan perkuatan, nilai faktor keamanan terhadap stabilitas lereng, distribusi tegangan pada tanah yang berada di Sta. 3+450 jalan Poros Samarinda - Bontang, serta deformasi yang terjadi pada tanah tersebut.

2. Metode

2.1. Detail kondisi lereng

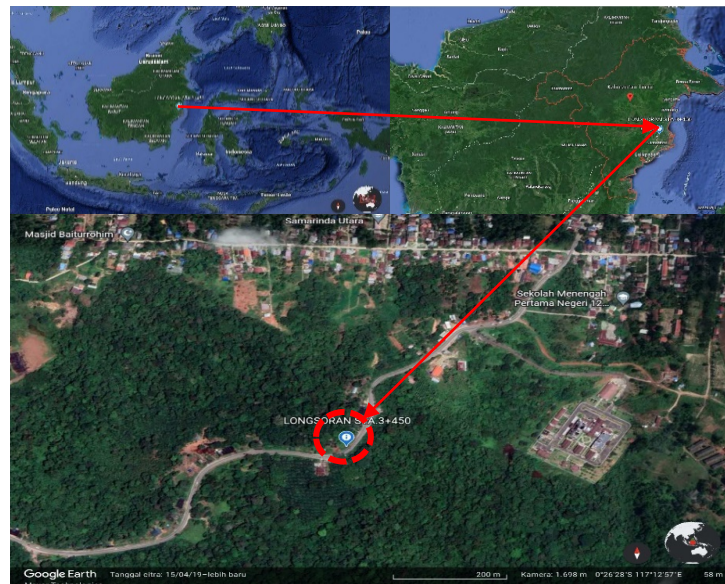
Lokasi penelitian berlokasi di ruas jalan poros Samarinda - Bontang Sta. 3+450, Tanah Merah, Samarinda Utara, Samarinda, Kalimantan Timur. Dimana terjadi longsor pada lereng yang mengakibatkan kerusakan pada dinding penahan (eksisting) sepanjang 65 m dari panjang

keseluruhan 80 m. Adapun kondisi longsor yang terjadi di lereng dapat dilihat pada Gambar 1.



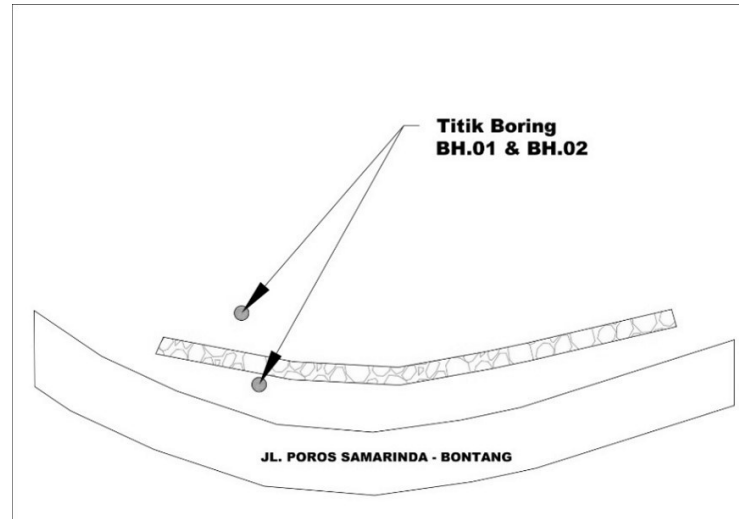
Gambar 1. Longsor Lereng Jalan Poros Samarinda – Bontang Sta. 3+450

Kerusakan terjadi dikarenakan dinding penahan tidak mampu menahan tekanan kuat geser tanah. Peta lokasi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi Studi Longsor Jalan Poros Samarinda-Bontang Sta. 3+450
(Sumber: <https://earth.google.com/>)

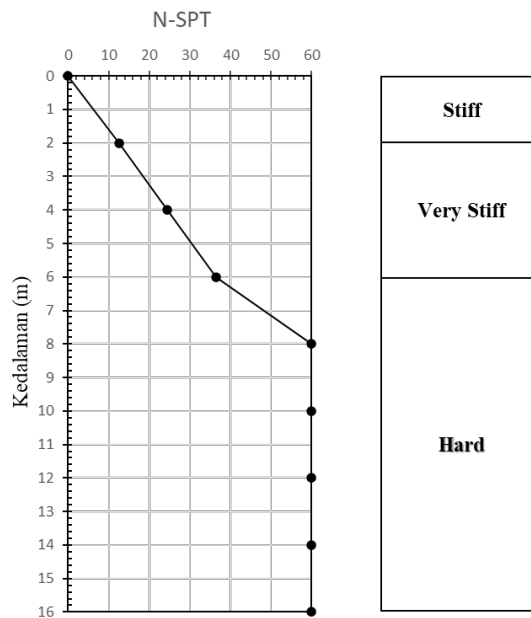
Longsor lereng terletak pada ruas jalan poros Samarinda – Bontang Sta. 3+450 Kota Samarinda. *Layout* dinding penahan tanah seperti yang terlihat pada Gambar 3. menunjukkan bahwa terdapat 2 titik pengujian penyelidikan tanah berupa N-SPT dan *boring*, yaitu titik BH.01 dan BH.02 dengan interval jarak 2 m.



Gambar 3. Lokasi Pengujian Boring

2.2. Kondisi geoteknik dan hasil penyelidikan tanah

Titik N-SPT dan *Boring* diambil pada BH. 01 dan BH. 02 di mana titik ini posisinya berada dekat dengan konstruksi rencana dinding penahan tanah yang akan dibangun nantinya. Tanah dibagi kedalam 3 lapisan, yaitu lempung kelanauan bercampur laterit, lempung berpasir, dan lempung berbatu yang terlihat pada Gambar 4. Pembagian 3 lapisan tanah ini mengacu pada konsistensi ke nilai N (Terzaghi et al., 1996).



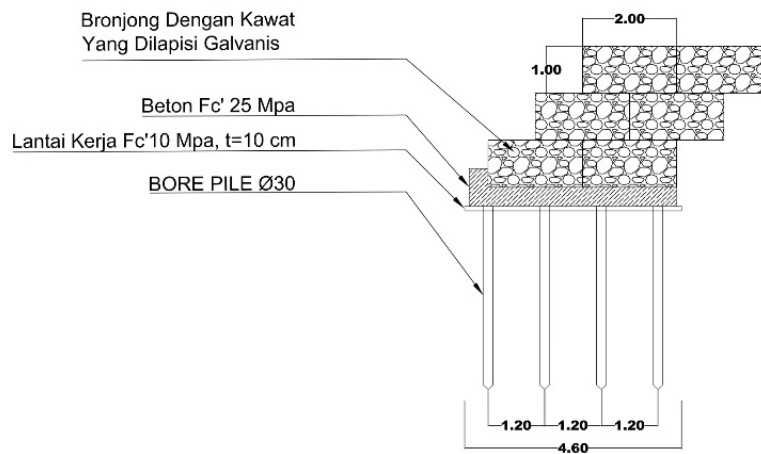
Gambar 4. Hasil Penyelidikan Tanah berupa N-SPT

Pada hasil nilai N ditemukan bahwa kondisi tanah pada kedalaman 0 hingga 2 m tanah tergolong sebagai tanah lempung kelanauan bercampur laterit dengan nilai N rata-rata sebesar 13. Pada lapisan kedua tanah dari kedalaman 2 m hingga 6 m dikelompokkan sebagai tanah lempung berpasir ditunjukkan pada nilai N rata-rata sebesar 37. Sedangkan pada lapisan ketiga

tanah dari kedalaman 6 m hingga 16 m dikelompokkan sebagai tanah lempung berbatu ditunjukkan pada nilai N rata-rata sebesar 60.

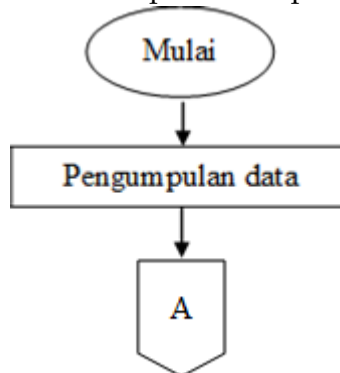
2.3. Gambar perencanaan struktur

Perubahan perkuatan struktur baru dilakukan karena perkuatan eksisting mengalami kerusakan akibat longsoran. Sehingga dilakukan perencanaan penanganan lereng berupa struktur perkuatan dinding penahan tanah bronjong dengan *bore pile*. Dimana konstruksi bronjong menggunakan tiga lapis dan pondasi *bore pile* dengan diameter 30 cm, panjang 16 m, mutu beton $f_c' 60$, dan jarak horizontal antar tiang 2,5 m. Detail struktur dapat dilihat pada Gambar 5.

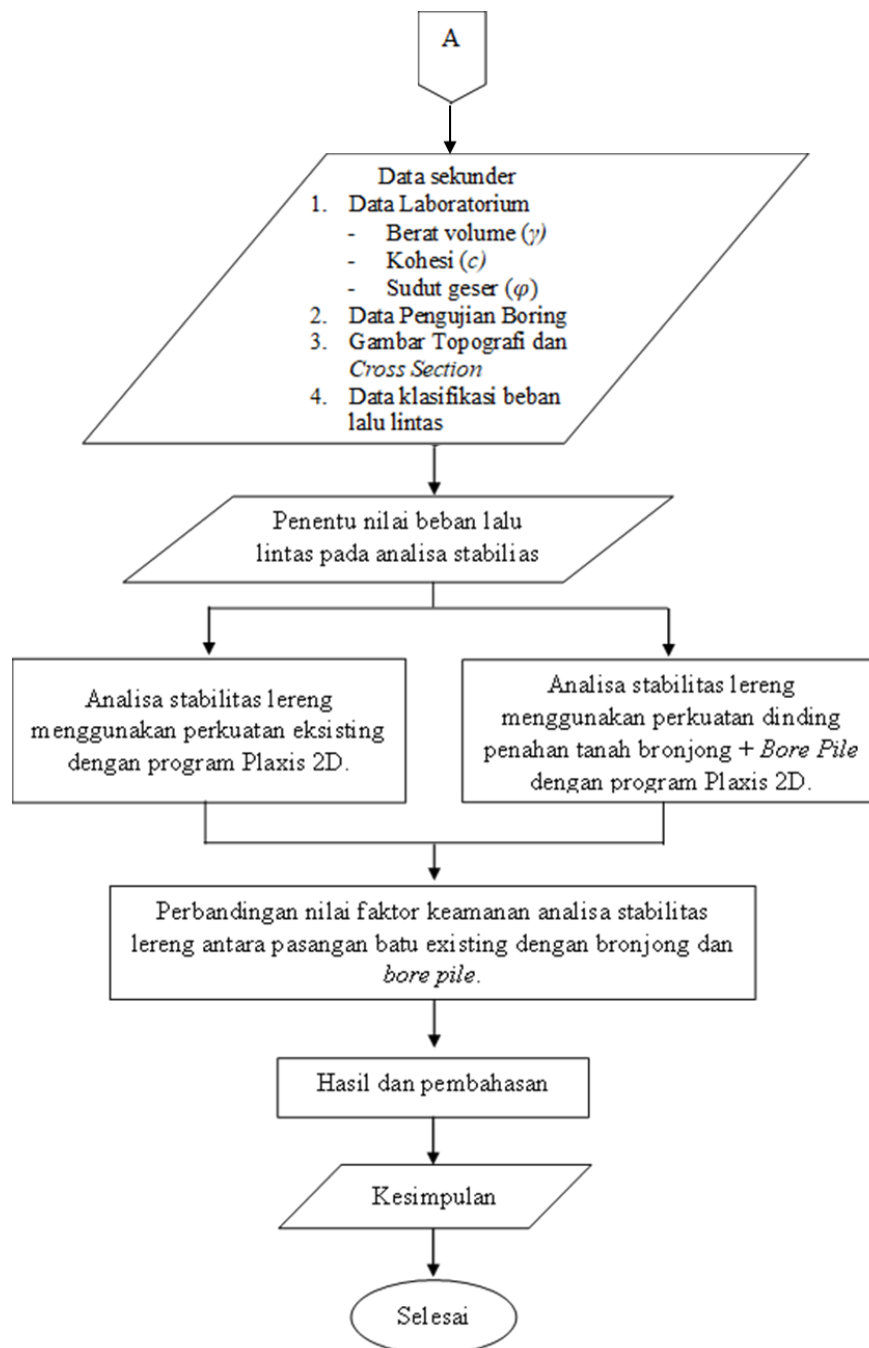


2.4. Diagram alir penelitian

Diagram alir penelitian merupakan penjabaran dari alur penelitian yang dilakukan di dalam penelitian ini. Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6. dan Gambar 7.



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

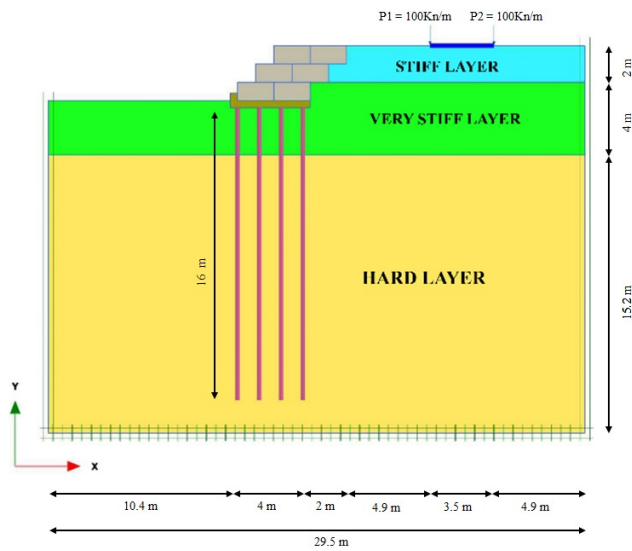


Gambar 7. Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Permodelan lapisan tanah

Model geometri lereng memberikan informasi bentuk permukaan lereng dan jenis lapisan tanah. Bentuk permukaan lereng yang digunakan berdasarkan pada gambar *cross section* Sta. 3+450. Sedangkan jenis lapisan tanah berdasarkan data lapisan tanah pada *data boring*. Permodelan geometri lereng yang digunakan pada program plaxis 2D dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Permodelan Lapisan Tanah

3.2. Nilai input parameter material

Pada proses analisa perhitungan menggunakan program plaxis diperlukan data-data input untuk parameter tanah, parameter pasangan batu, parameter bronjong dan pilecap, parameter bore pile, parameter plate perkerasan, dan beban lalu lintas, adapun data-data tersebut yaitu:

a. Parameter tanah

Dalam (Rus et al., 2018) penentuan modulus tanah menggunakan metode eksperimen yang dikemukakan oleh (Hsiung et al., 2018) dimana modulus tanah untuk lempung adalah $E = 4000 \text{ N (kPa)}$ dan $E'50 = 50\% E50$. Tabel 1. mencantumkan nilai E_{50}^{ref} yang digunakan dalam simulasi. Model HS memungkinkan input nilai modulus tanah yang terpisah untuk membedakan perilaku tanah dalam kondisi unloading/reloading. Menurut (Lim et al., 2010) dan (Calvello & Richard J, 2004), nilai manometer unloading/reloading dan oedometer loading diperkirakan sebesar $E_{ur}^{ref} = 3E_{oed}^{ref}$ dan $E_{oed}^{ref} = 0,7E_{50}^{ref}$.

Tabel 1. Input Parameter menggunakan Hardening Soil Undrained B

Kedalaman (m)	Konsistensi	γ (kN/m ³)	C_u (kN/m ²)	N	$E50$ (kPa)	$E'50$ (kPa)	E_{50}^{ref} (kPa)	E_{oed}^{ref} (kPa)	E_{ur}^{ref} (kPa)
0-2	Stiff	18.87	25.11	13	52000	45084	22542	15779.4	67626
2-6	Very Stiff	18.87	25.11	37	148000	128316	64158	44910.6	192474
6-16	Hard	18.87	25.11	60	240000	208080	104040	72828	312120

Catatan: $E50=4000 \text{ N}$; $E'50=0.867 E50$; $E_{oed}^{ref}=0.7E_{50}^{ref}$ dan $E_{ur}^{ref} = 3 E_{50}^{ref}$

b. Parameter pasangan batu

Tabel 2. Input Parameter Struktur Pasangan Batu.

Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Kuat Tekan Beton	f_c'	4.15	MPa
Berat Jenis Beton	γ	22	kN/m ³
Modulus Young	E	9.575×10^6	kN/m ²
Poisson Ratio	ν	0.15	-

c. Parameter bronjong dan *pilecap*

Tabel 3. *Input* Parameter Struktur Bronjong dan *Pilecap*.

Parameter	Simbol	Satuan	Bronjong	Pilecap
Kuat Tekan Beton	f_c'	MPa	-	25
Berat Jenis Beton	γ	kN/m ³	15	24
Modulus Young	E	kN/m ²	40000	2.35x10 ⁷
<i>Poisson Ratio</i>	ν	-	0.15	0.15

d. Parameter *bore pile*

Tabel 4. *Input* Parameter Struktur *Bore Pile*.

Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Kuat Tekan Beton	f_c'	60	MPa
Diameter	\emptyset	0.3	m
Berat Jenis Beton	γ	24	kN/m ³
Modulus Young	E	36.40x10 ⁶	kN/m ²
<i>Pile Spacing</i>	$L_{spacing}$	2.5	m
<i>Axial Skin Resistance</i>	$T_{skin, start, max}$	1.0	kN/m
	$T_{skin, end, max}$	100.0	kN/m
<i>Base Resistance</i>	F_{max}	100.0	kN

e. Parameter *plate* perkerasan

Tabel 5. *Input* Parameter Struktur *Plate Perkerasan*.

Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Modulus Young	E	2x10 ⁶	kN/m ²
<i>Normal Stiffness</i>	EA	9333.33	kN/m ²
<i>Flexural Rigidity</i>	EI	2.8x10 ⁶	kN/m ²
<i>Poisson Ratio</i>	ν	0.15	-

f. Beban lalu lintas

Beban lalu lintas yang digunakan merupakan beban sumbu terberat sebesar 100 kN/m berdasarkan (Perda Prov.Kaltim No.09, 2006).

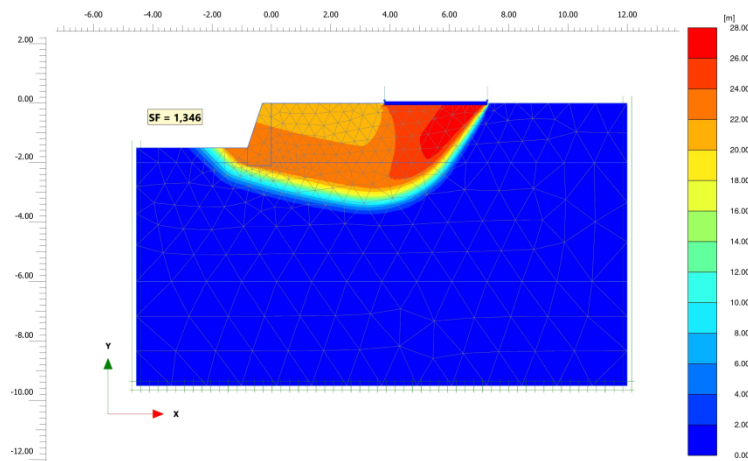
3.3. Analisa stabilitas lereng

1. Stabilitas dengan perkuatan eksisting pasangan batu

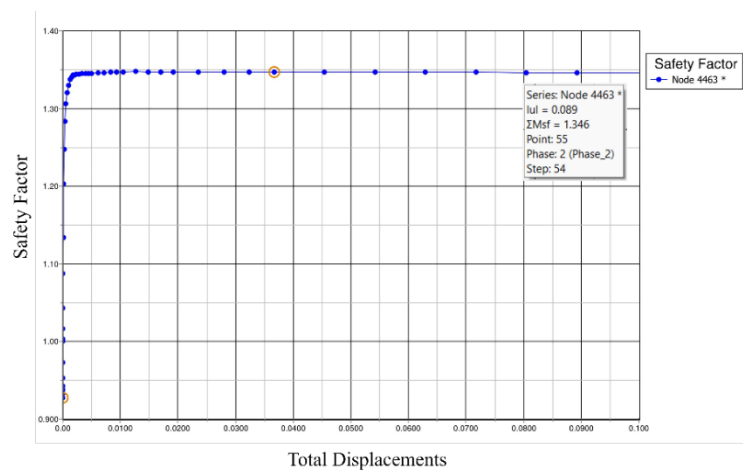
Analisa stabilitas lereng dengan perkuatan eksisting pasangan batu bertujuan untuk mengetahui nilai faktor keamanan dengan metode elemen hingga program plaxis 2D menggunakan model *hardening soil*.

Hasil analisis stabilitas lereng pada kondisi lereng dengan perkuatan eksisting dinding penahan tanah pasangan batu diperoleh hasil nilai angka keamanan (*safety factor*) sebesar 1,346. Hasil tersebut menunjukkan lereng pada keadaan relatif kurang aman karena angka keamanan masih kurang dari 1,5. Hal ini mengacu pada kriteria faktor keamanan lereng yang disyaratkan adalah 1,5 untuk analisis stabilitas lereng berdasarkan (SNI 8460 : 2017, 2017) mengenai persyaratan perancangan geoteknik. Adapun nilai total *displacements* perkuatan eksisting adalah 1.408 m. Nilai total *displacements* yang diakibatkan oleh beban lalu lintas

tersebut menyebabkan adanya keruntuhan lereng dan terjadi patahan pada dinding penahan tanah. *Output* lereng dengan perkuatan eksisting dapat dilihat pada Gambar 9. dan Gambar 10.



Gambar 9. Total Displacement Perkuatan Eksisting



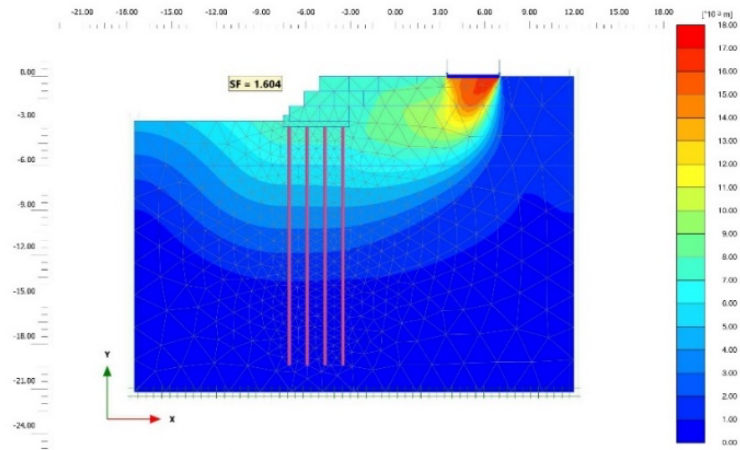
Gambar 10. Grafik Angka Keamanan Perkuatan Eksisting

Karena nilai *safety factor* yang didapatkan tidak tercapai nilai *safety factor* yang ditentukan sebesar 1,5. Sehingga perlu dilakukan perencanaan ulang perkuatan lereng tersebut dengan perkuatan yang baru.

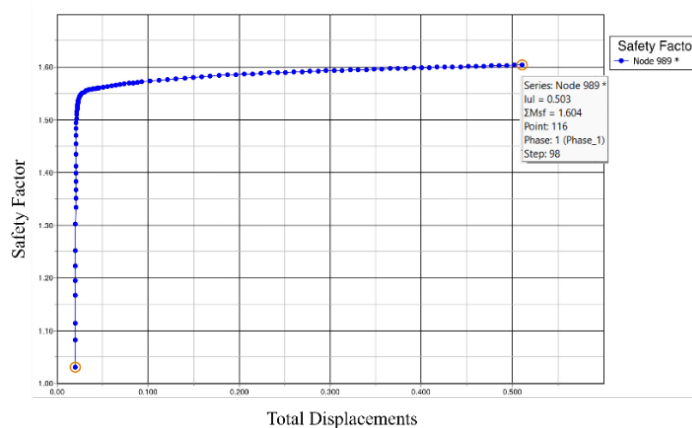
2. Stabilitas dengan perkuatan bronjong dan *bore pile*

Analisa stabilitas lereng dengan perkuatan eksisting pasangan batu bertujuan untuk mengetahui nilai faktor keamanan dengan metode elemen hingga program plaxis 2D menggunakan model *hardening soil*.

Hasil analisis stabilitas lereng pada kondisi lereng dengan perkuatan dinding penahan tanah bronjong dengan *bore pile* diperoleh hasil nilai angka keamanan (*safety factor*) sebesar 1,604. Perkuatan stabilitas lereng tersebut dikategorikan aman karena memenuhi syarat angka keamanan sebesar 1,5 (*Safety Factor* > 1,5). Adapun nilai total *displacements* perkuatan bronjong dan *bore pile* adaah sebesar 0.663 m. *Output* lereng dengan perkuatan bronjong dan *bore pile* berupa total *displacements* dan grafik *safety factor* dapat dilihat pada Gambar 11. dan Gambar 12.



Gambar 11. Total Displacements Perkuatan Bronjong dan Bore Pile



Gambar 12. Grafik Angka Keamanan Perkuatan Bronjong dan Bore Pile

3.4. Rekap hasil analisa stabilitas lereng dan pembahasan

Hasil analisis stabilitas lereng menggunakan metode elemen hingga berupa program plaxis 2D pada dua kondisi stabilitas lereng dengan perkuatan dinding penahan tanah eksisting pasangan batu dan perkuatan dinding penahan tanah bronjong dengan *bore pile* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekap Hasil Analisa Stabilitas Lereng.

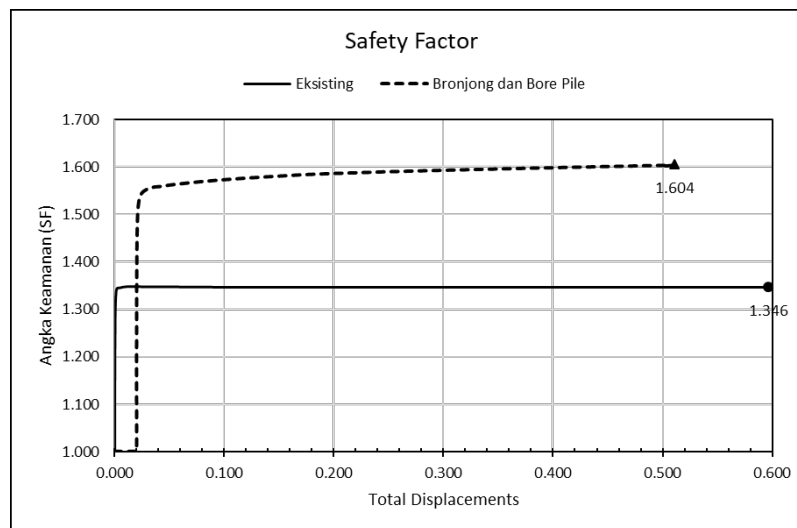
No	Kondisi	Safety Factor
1	Lereng dengan perkuatan DPT eksisting pasangan batu	1,346
2	Lereng dengan perkuatan DPT bronjong dengan <i>bore pile</i>	1,604

Lereng dengan perkuatan eksisting dinding penahan tanah pasangan batu diperoleh hasil nilai angka keamanan (*safety factor*) sebesar 1,346. Hasil tersebut menunjukkan lereng pada keadaan relatif kurang aman karena angka keamanan masih kurang dari 1,5. Karena nilai

safety factor yang didapatkan tidak tercapai nilai *safety factor* yang ditentukan sebesar 1,5. Sehingga perlu dilakukan perencanaan ulang kekuatan lereng tersebut dengan kekuatan yang baru menggunakan kekuatan bronjong dan *bore pile*. Hasil analisa lereng kekuatan dinding penahan tanah bronjong dan *bore pile* didapatkan nilai *safety factor* sebesar 1,604, bahwa kekuatan stabilitas lereng tersebut dikategorikan aman karena memenuhi syarat angka keamanan sebesar 1,5 (*Safety Factor* > 1,5).

3.5. Perbandingan nilai faktor keamanan

Pada Gambar 13., dapat diketahui perbandingan antara kekuatan pasangan batu dengan bronjong dan *bore pile* menggunakan beban lalu lintas sebesar 100 kN/m.



Gambar 13. Grafik Perbandingan Angka Keamanan Perkuatan Eksisting dan Bronjong dengan *Bore Pile*.

Nilai beban lalu lintas sangat berpengaruh terhadap analisa stabilitas lereng terlihat pada Gambar 13. Nilai *safety factor* pada perkuatan pasangan batu sebesar $1,346 < 1,5$. Sedangkan pada perkuatan bronjong dan *bore pile* nilai *safety factor* didapatkan sebesar $1,604 > 1,5$.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan tentang analisis stabilitas lereng dengan menggunakan metode elemen hingga berupa program plaxis 2D pada jalan poros Samarinda - Bontang Sta. 3+450 dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Pada analisis stabilitas lereng jalan poros Samarinda - Bontang Sta. 3+450 menggunakan nilai beban lalu lintas sebesar 100 kN/m, sangat berpengaruh terhadap analisis stabilitas lereng, karena memberikan beban tambahan pada lereng yang dapat mempengaruhi stabilitas lereng.
2. Nilai faktor keamanan (*safety factor*) pada analisis stabilitas lereng jalan poros Samarinda - Bontang Sta. 3+450 dengan perkuatan eksisting dinding penahan tanah pasangan batu menggunakan metode elemen hingga berupa program plaxis 2D adalah sebesar 1,346, dimana nilai tersebut dikategorikan tidak aman karena masih di bawah angka keamanan yaitu 1,5 (*Safety Factor* < 1,5). Dengan demikian, perkuatan eksisting diganti dengan perkuatan batu untuk meningkatkan nilai faktor keamanan.

3. Nilai factor keamanan (*safety factor*) pada analisis stabilitas lereng jalan poros Samarinda – Bontang Sta. 3+450 dengan perkuatan dinding penahan tanah bronjong dan *bore pile* menggunakan metode elemen hingga berupa program plaxis 2D adalah sebesar 1,604, bahwa perkuatan stabilitas lereng tersebut dikategorikan aman karena memenuhi syarat angka keamanan sebesar 1,5 (*Safety Factor* > 1,5).

Daftar Pustaka

- Calvello, M., & Richard J, F. (2004). Selecting parameters to optimize in model calibration by inverse analysis. *Computers and Geotechnics*, 31(5), 410–424.
[10.1016/j.compgeo.2004.03.004](https://doi.org/10.1016/j.compgeo.2004.03.004)
- Fachrurrozi, A., Rochim, A., & Mudiyo, M. (2022). ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN PENDEKATAN VALUE ENGINEERING. 8(1).
- Hamdhan, I. N., & Pratiwi, D. S. (2017). Analisis Stabilitas Lereng dalam Penanganan Longsoran. *Jurnal Rekayasa Hijau ISSN 2550-1070*, 1(2), 100–111.
- Hsiung, B. C. B., Yang, K. H., Aila, W., & Ge, L. (2018). Evaluation of the wall deflections of a deep excavation in Central Jakarta using three-dimensional modeling. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 72(November 2017), 84–96.
<https://doi.org/10.1016/j.tust.2017.11.013>
- Lim, A., Ou, C. Y., & Hsieh, P. G. (2010). Evaluation of clay constitutive models for analysis of deep excavation under undrained conditions. *Journal of GeoEngineering*, 5(1), 9–20.
[https://doi.org/10.6310/jog.2010.5\(1\).2](https://doi.org/10.6310/jog.2010.5(1).2)
- Perda Prov.Kaltim No.09. (2006). *Kelas Jalan dan Pengamanan Perlengkapan Jalan di Provinsi Kalimantan Timur*.
- Rus, T. Y., Hsiung, B.-C. B., & Yang, K.-H. (2018). *3D Finite Element Analysis Of Deep Excavation In Central Jakarta Using Total And Effective Shear Strength Properties. x*.
- SNI 8460 : 2017. (2017). *Persyaratan Perancangan Geoteknik SNI 8460:2017. Badan Standarisasi Nasional, 8460*.
- Terzaghi, K., B. Peck, R., & Mesri, G. (1996). *Soil Mechanics in Engineering Practice*. In *John wiley & sons* (p. 534).



This work is licensed under a Creative Commons Attribution Non-Commercial 4.0 International License
