



Terbit online pada laman web jurnal :
<https://ejournal.sttp-yds.ac.id/index.php/js/index>

Sainstek
 (e-Journal)

| ISSN (Print) 2337-6910 | ISSN (Online) 2460-1039 |



Analisis Stabilitas Pada Teknologi Mortar Busa Dalam Perencanaan *Flyover* Sp.SKA Kota Pekanbaru

Ropiska Alfareza^a, Syawal Satibi^b, Muhamad Yusa^c

^aUniversitas Riau, Jl. Bina widya 12,5 KM, Pekanbaru 28293, Indonesia

^bUniversitas Riau, Jl. Bina widya 12,5 KM, Pekanbaru 28293, Indonesia

^cUniversitas Riau, Jl. Bina widya 12,5 KM, Pekanbaru 28293, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 15 Mei 2023

Revisi Akhir: 30 Juni 2023

Diterbitkan Online: 30 Juni 2023

KATA KUNCI

Tanah Lunak, Timbunan, Metode Elemen Hingga, Faktor Keamanan

KORESPONDENSI

Telepon: 085376310542

E-mail: ropiska.alfareza@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Hoarding on soft soil has been done in several ways so that a structure can be built properly, one of which is using light material as a pile on soft soil. Stability analysis will be carried out on the embankment using foam mortar at Flyover SP.SKA. Modeling is done using the finite element method in the plaxis 16 program, this study uses Mohr – Coulomb for selected embankments, while the Linier Elastic model is for light embankments. In the analysis in the oprit Flyover SP.SKA model of foam mortar heap, the Safety Faktor value (SF) is 7,795 for a 30 day waiting time, while in conventional heaps the Safety Faktor value (SF) is 3,910 a 30 day waiting time..

1. PENDAHULUAN

Kemacetan sering kali terjadi pada daerah perkotaan yang akan berdampak pada perkembangan perekonomian masyarakat setempat. Kemacetan ini dapat diminimalisir dengan membuat alternatif jalur transportasi tidak sebidang seperti lintas atas (*flyover*) tanpa mengganggu pergerakan transportasi yang telah ada. *Flyover* terdiri dari beberapa bagian, salah satunya jalan pendekat (oprit). Jalan pendekat (oprit jembatan) merupakan struktur jalan yang menghubungkan antara suatu ruas jalan dengan struktur jembatan, bagian jalan pendekat ini dapat terbuat dari tanah timbun maupun teknologi pembaruan (Juliarsih, 2018).

Oleh karena itu, kestabilan konstruksi timbunan pada oprit *flyover* ini perlu diperhatikan, hal tersebut berkaitan dengan kondisi tanah dasar dengan kapasitas dukung yang rendah karena sering dihadapi pada beberapa masalah,

diantaranya permasalahan stabilitas akibat berat sendiri timbunan, pemadatan yang kurang sempurna pada saat pelaksanaan akibat temal pemadatan tidak mengikuti ketentuan pelaksanaan atau kadar air optimum tidak terpenuhi serta akibat beban lalu lintas. Solusi penimbunan diatas tanah lunak (oprit) sudah dilakukan dengan beberapa cara salah satunya dengan penggunaan material ringan sebagai timbunan, dengan berat isi yang ringan yaitu $0,5 \text{ t/m}^3 - 1,2 \text{ t/m}^3$ akan mengurangi tegangan tanah dasar, meningkatkan besarnya stabilitas sehingga memiliki stabilitas yang baik karena bersifat kaku seperti beto.

Penggunaan material timbunan dengan mortar busa yaitu menggunakan metode campuran rasio tertentu antara semen, foam dengan material tanah/pasir, material yang digunakan bisa berupa material setempat atau material yang diperoleh dari lokasi lain seperti pasir, penambahan foam pada campuran mortar akan mengembang hingga 4 (empat) kali volume awal sehingga kebutuhan material

dapat dikurangi bila dibandingkan dengan material tanpa campuran foam (Iqbal, 2012).

Mortar busa memiliki nilai flow (kekentalan adukan) yang diindikasikan untuk memudahkan pelaksanaan dilapangan, nilai flow yang umumnya berkisar 180 ± 20 mm (Pemerintah Republik Indonesia, 2015). Saat pelaksanaan mudah disemprotkan dengan menggunakan alat mesin penyemprot dan dapat padat sendiri, karena berperilaku seperti mortar beton, dimana material campuran tersebut dapat mengeras sesuai dengan waktu pengerasan (*curing time*) yang ditetapkan.

Ketidakstabilan timbunan yang digunakan pada oprit jembatan dapat dianalisis menggunakan program analisis geoteknik, dengan bantuan program Plaxis tanah dapat dimodelkan untuk mengetahui perilaku tanah tersebut. Pemodelan menggunakan Plaxis mampu menganalisis timbunan oprit jembatan dan lapisan-lapisan tanah dibawahnya hingga mendekati perilaku sebenarnya.

Pada tugas akhir ini akan dilakukan analisis stabilitas pada timbunan yang menggunakan material ringan pada lokasi yang telah dilaksanakan penimbunan dengan menggunakan material ringan guna mengetahui kestabilan timbunan untuk mengetahui seberapa efektif dan seberapa ekonomis teknologi mortar busa jika dibandingkan dengan timbunan konvensional yang menggunakan timbunan pilihan yang sudah banyak dilakukan pada konstruksi konstruksi struktur oprit jembatan maupun *flyover*.

Adanya teknologi lintas atas (*Flyover*) diharapkan dapat mengatasi kemacetan pada perlintasan tanpa mengganggu pergerakan transportasi yang ada. Konstruksi timbunan oprit sering dihadapi pada beberapa masalah pekerjaan timbunan, diantaranya permasalahan kestabilan akibat berat sendiri timbunan badan jalan dan akibat beban lalu lintas kendaraan.

Berdasarkan hasil penyelidikan tanah yang dilakukan CV Geotek Multi Services untuk PT. Ciptamarga-Semangat KSO pada Proyek Pembangunan *Fly Over* Jl. Tuanku Tmabusai – Jl. Soekarno Hatta menunjukkan bahwa lapisan tanah dasar pada kedalaman 0-6 meter didominasi oleh tanah berbutir halus dan sedikit lapisan yang mengandung tanah gambut yang memiliki kuat geser dan daya dukung rendah serta memiliki kompresibilitas yang tinggi sehingga struktur diatasnya akan sangat mudah terganggu kestabilan apabila diberi beban yang berat.

Penggunaan teknologi timbunan ringan dengan mortar busa merupakan langkah alternatif untuk menggantikan timbunan oprit konvensional. Oleh sebab itu untuk mengetahui seberapa efektif penggunaan teknologi mortar

busa, perlu dilakukan perbandingan besarnya stabilitas pada kedua timbunan tersebut.

Adapun tujuan dilakukan penelitian ini adalah :

1. Mengkaji besarnya Stabilitas timbunan mortar busa pada oprit Flyover SKA

Mengkaji efektifitas penggunaan timbunan mortar busa, timbunan konvensional pada oprit Flyover SKA

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah Lunak

Timbunan yang merupakan lereng alami akan mengalami keruntuhan apabila tidak dirancang dengan baik, pada umumnya konstruksi timbunan dilaksanakan di atas tanah lunak yang bisa menyebabkan stabilitas pada timbunan menjadi kurang baik dan menyebabkan rendahnya angka keamanan. Tanah yang tidak datar seperti lereng akan menghasilkan komponen gravitasi dan berat yang cenderung menggerakkan massa tanah dari elevasi tinggi ke rendah.

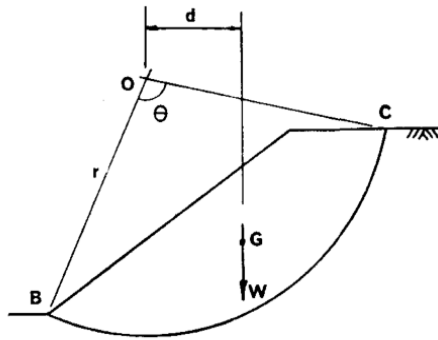
2.2. Timbunan Diatas Tanah Lunak

Lapisan tanah lunak umumnya mempunyai permeabilitas yang rendah. Tanah lunak bila dibebani akan berpengaruh pada tekanan air pori yang akan meningkat dan berbeda antara satu titik dengan titik lainnya. Hal ini mengakibatkan pengaliran air pori ke lapisan tanah dengan tekanan air pori yang lebih rendah, sehingga menyebabkan tanah lunak tersebut mengalami pemampatan yang disertai dengan penurunan muka tanah. Pemampatan tersebut disebabkan oleh deformasi pada partikel tanah, perubahan struktur pada partikel tanah, keluarnya air atau udara dari dalam pori tanah sehingga mengurangi kestabilan dari struktur ada.

2.3. Stabilitas Lereng

Kestabilan lereng tergantung pada gaya penggerak dan gaya penahan yang bekerja pada bidang gelincir tersebut. Gaya penahan (*resisting forces*) adalah gaya yang menahan agar tidak terjadi kelongsoran, sedangkan gaya penggerak (*driving force*) adalah gaya yang menyebabkan terjadinya kelongsoran. Perbandingan antara gaya-gaya penahan terhadap gaya-gaya yang menggerakkan tanah inilah yang disebut dengan faktor keamanan (FK) lereng.

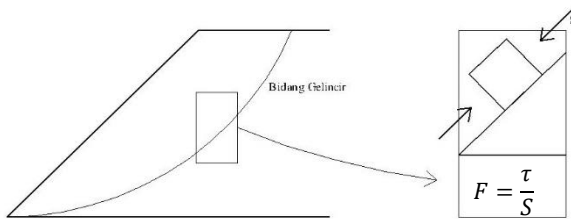
Tinjauan permukaan gelincir yang mungkin terjadi di sepanjang BC pada Gambar 1.



Gambar 1. Bidang Gelincir AB
(Smith, 1984)

2.4. Analisis Stabilitas Lereng

Analisis stabilitas lereng yang didasarkan pada konsep keseimbangan batas plastic (*limit plastic equilibrium*). Dimana analisis tersebut dilakukan dengan menentukan faktor aman dari bidang longsor yang potensial. Faktor aman didefinisikan sebagai nilai banding antara gaya yang menahan dan gaya yang menggerakkan sebagaimana dijelaskan pada Gambar 2 berikut :



Gambar 2. Gaya - Gaya yang Bekerja pada Lereng

Faktor keamanan minimum yang digunakan adalah $FK > 1,25$, sesuai prosedur dari Bowles (1984). Berikut kriteria faktor keamanan menurut Bowles, 1989 terdapat pada Tabel 1

Tabel 1. Hubungan FK Lereng dan Intensitas Tanah Longsor

FK	Intensitas Tanah Longsor
$F < 1,07$	Labil atau sering longsor
$1,07 < F < 1,25$	Kritis atau pernah longsor
$F > 1,25$	Stabil

(Bowles, 1989 dalam Zakaria, 2009)

2.5. Kriteria Stabilitas Timbunan

Kriteria stabilitas mengikuti pedoman-pedoman perencanaan yang menyebutkan bahwa untuk analisis stabilitas lereng timbunan digunakan faktor keamanan (FK) $\geq 1,25$.

Tabel 2. Faktor Keamanan Minimum untuk Perhitungan Stabilitas

Kelas Jalan	Faktor Keamanan
-------------	-----------------

I	1,4
II	1,4
III	1,3
IV	1,3

2.6. Konsep Stabilitas Lereng dengan Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga pada analisis stabilitas lereng digunakan dengan teknik reduksi kekuatan geser, pada prinsipnya metode elemen hingga adalah memecahkan persoalan yang rumit atau sukar dengan cara membagi-baginya menjadi bagian-bagian kecil sehingga menjadi lebih sederhana untuk penyelesaiannya. Proses pembagian elemen ini akan menghasilkan perhitungan yang sangat banyak. Dalam metode ini, parameter kekuatan geser tanah yang tersedia berturut-turut direduksi secara otomatis hingga kelongsoran terjadi.

2.7. Oprit Flyover

Oprit ialah komponen yang berfungsi sebagai penghubung konstruksi jalan utama dengan struktur kepala jembatan layang. Oleh karena, sebagai konstruksi yang menghubungkan antara jalan dan *main span flyover* sangat penting di tinjau kestabilan dari struktur tersebut.

2.8. Material Oprit

2.8.1 Mortar Busa

Teknologi timbunan mortar busa yang dibahas memakai metode campuran material dengan rasio tertentu. Pembuatan rancangan campuran diperoleh dari perhitungan mix design dan percobaan laboratorium. Di dalam pelaksanaan perancangan campuran material ringan mortar busa, bahan-bahan yang digunakan adalah air, semen, pasir dan busa.

2.8.2 Tanah Laterit

Jenis tanah yang dapat digunakan sebagai material timbunan pilihan untuk timbunan oprit jembatan adalah tanah berbutir sedang hingga kasar. Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 3 – 2010 (2010). Apabila dilaksanakan dengan pemadatan kering normal, maka timbunan pilihan dapat berupa timbunan batu atau kerikil bergradasi baik atau lempung pasir atau lempung berplastisitas rendah. Jenis bahan yang dipilih tergantung pada kecuraman dari lereng timbunan yang akan dibangun atau pada tekanan yang akan dipikul.

2.9. Beban pada Oprit Flyover SP. SKA

2.9.1. Beban Sendiri Struktur

Perlengkapan jalan pada flyover terdiri dari beberapa bagian diantaranya Tiang Listri dan Railing dan Median Jalan.

2.9.2. Beban Lalu Lintas

Tabel 3. Beban Lalulintas Berdasarkan LHR

Fungsi Jalan	LHR	Kelas	Beban (kPa)	
Primer	Arteri	Seluruh Lalu Lintas	I	15
		≥ 10.000	I	15
	Kolektor	≤ 10.000	II	12
		≥ 20.000	I	15
Sekunder	Arteri	≤ 20.000	II	12
		≥ 6.000	II	12
	Kolektor	≤ 6.000	III	12
		≥ 500	III	12
	Lokal	≤ 500	IV	

(Kimpraswil, 2002)

2.10. Struktur Perkerasan Oprit Flyover SP. SKA

Struktur Perkerasan Oprit Flyover SP. SKA terdiri atas Perkerasan Lentur berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya. Kemudian Perkerasan Kaku dimana parameter – parameternya adalah Berat Jenis Beton, Modulus Elastisitas dan *Poisson Ratio*. Pelat beton semen mempunyai sifat yang cukup kaku serta dapat menyebarkan beban pada bidang yang luas dan menghasilkan tegangan yang rendah pada lapisan – lapisan di bawahnya.

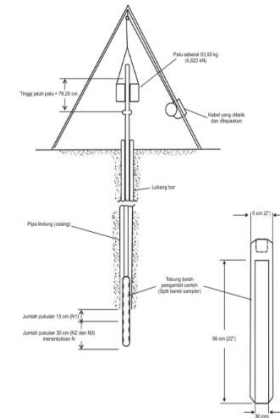
2.11. Plaxis

Plaxis merupakan program analisis geoteknik yang menggunakan metode elemen hingga, Plaxis mampu melakukan analisis yang dapat mendekati perilaku sebenarnya. Geometri tanah yang akan dianalisis memungkinkan untuk diinput dengan cukup teliti. Plaxis dilengkapi fitur-fitur khusus yang berhubungan dengan banyak aspek dari struktur geometri yang kompleks. Suatu analisis keamanan dalam plaxis dapat dilakukan dengan mereduksi parameter kekuatan dari tanah. Proses ini disebut sebagai Reduksi *phi-c* dan merupakan jenis perhitungan tersendiri.

2.12. Standard Penetration Test (SPT)

SPT merupakan suatu metode uji yang dilaksanakan bersamaan dengan pengeboran untuk mengetahui, baik perlawanan dinamik tanah maupun pengambilan contoh terganggu dengan teknik penumbukan. Pelaksanaan pengujian dibagi dalam tiga tahap, yaitu berturut-turut setebal 150 mm untuk masing-masing tahap. Tahap pertama dicatat sebagai kedudukan, sementara jumlah pukulan untuk memasukkan tahap ke-dua dan ke-tiga

dijumlahkan untuk memperoleh nilai pukulan N atau perlawanan SPT (dinyatakan dalam pukulan/0,3 m).



Gambar 3. Penetrasi dengan SPT

2.13. Parameter Tanah

Dalam penggunaan program Plaxis, dibutuhkan beberapa input parameter awal. Parameter – parameter ini berupa sifat – sifat fisis (*properties*) tanah, dari pengujian ini akan diperoleh parameter tanah seperti berat volume (γ), kohesi (C), sudut geser dalam (ϕ), modulus elastisitas (E), permeabilitas (k) dan koefisien lainnya (C_c , C_s , C_a), apabila parameter tidak disediakan, maka perlu dilakukan korelasi untuk menentukan parameternya.

2.14. Parameter Tanah Gambut

Tanah gambut adalah jenis tanah lunak dengan daya dukung rendah dan pemampatan yang tinggi. Randi (2018) dalam penelitiannya menggunakan gambut Riau dengan g_{sat} sebesar 12 kN/m³, sedangkan g_{unsat} sebesar 11 kN/m³. Nilai E yang digunakan berkisar 0,3 s/d 3 MPa, sedangkan nilai ν berkisar antara 0,2 s/d 0,3. Nilai ϕ yang digunakan berkisar 25 s/d 35 derajat, sedangkan nilai C berkisar antara 1 s/d 3 kPa. Untuk koefisien permeabilitas (k) digunakan kisaran nilai 10^{-5} s/d 10^{-8} m/detik.

3. METODOLOGI

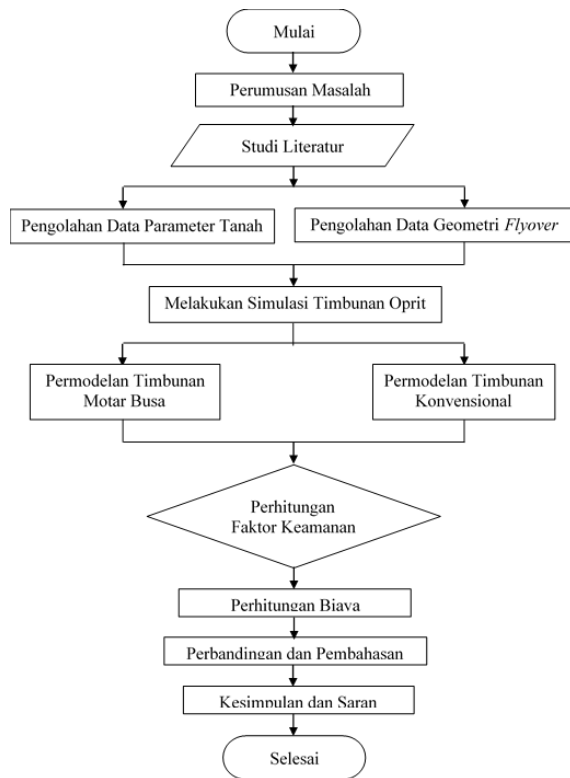
3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan Fly Over Jl. Tuanku Tambusai – Jl. Soekarno Hatta Pekanbaru yang terletak di Kelurahan Delima, Kecamatan Tampan, Kota Pekanbaru.

3.2 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian di mulai dari pengumpulan data primer dan data sekunder, kemudia dilanjutkan Melakukan simulasi dengan pemodelan Plaxis.

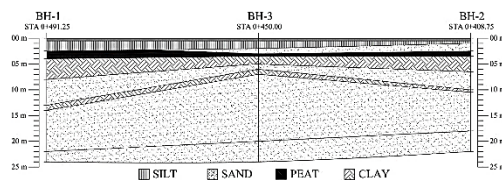
3.3 Bagan Alir



Gambar 4. Bagan Alir Penelitian

3.4 Pengolahan Data

3.4.1 Stratifikasi Tanah



Gambar 5. Stratifikasi Tanah Pada Lokasi Penelitian

3.4.2 Parameter Tanah

Tabel 5. Parameter Tanah Hasil Pengujian Laboratorium

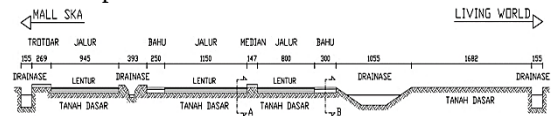
Lapisan Ke-	1	2	3	4	5	6	7
Tebal (m)	2,5	1,5	4	5	1	8	2
Konsistensi	Soft	Soft	V. Stiff	Loose	Stiff	Medium	Dense
Jenis tanah	Silt	Peat	Clay	Sand	Clay	Sand	Sand
Model Mat.	HS	SSC	HS	HS	HS	HS	HS
Perilaku Mat.	UD	D	UD	D	UD	D	D
N_{60}	5	5	26	7	16	26	50
γ_{sat} (kN/m ³)	19,5	12	21,7	18	21	20	21
γ_{unsat} (kN/m ³)	16	10	18	15	17,5	17	18
k (m/hari)	$8,64 \times 10^{-5}$	$4,50 \times 10^{-3}$	$8,64 \times 10^{-7}$	$8,64 \times 10^{-1}$	$8,64 \times 10^{-6}$	$8,64 \times 10^{-2}$	$8,64 \times 10^{-3}$
C_u (kPa)	12,5	1	130	0,1	80	0,1	0,1
Dr (%)	20	27	25	30	20	35	40
w_n (%)	-	-	-	25	-	59	85
e	0,78	15	0,43	-	0,48	-	-

Tabel 6. Parameter Tanah Hasil Pengujian Laboratorium (lanjutan)

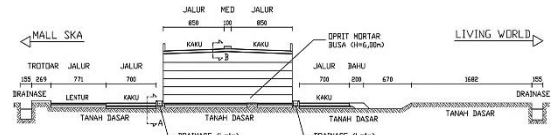
Lapisan Ke-	1	2	3	4	5	6	7
C_c	0,0645	2,3	0,012	-	0,0195	-	-
C_s	0,0129	0,46	0,0024	-	0,0039	-	-
C_α	-	0,161	-	-	-	-	-
λ^*	0,0158	0,0625	0,0036	-	0,0057	-	-
κ^*	0,0063	0,025	0,0015	-	0,0023	-	-
μ^*	-	0,0044	-	-	-	-	-
E_{so}^{ref} (kPa)	7.934	-	34.260	15.000	21.821	35.400	51.000
E_{oed}^{ref} (kPa)	6.347	-	27.408	12.000	17.456	28.320	40.800
E_{ur}^{ref} (kPa)	31.736	-	1370.42	45.000	87.282	106.200	153.000

3.5 Geometri Model

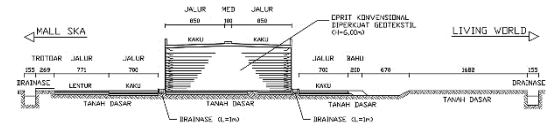
Geometri model dari kedua jenis timbunan dan profil lingkungan sekitarnya diperlukan dalam proses permodelan pada PLAXIS.



Gambar 6. Kondisi Awal Lokasi Penelitian



Gambar 7. Geometri Model Oprit Mortar Busa

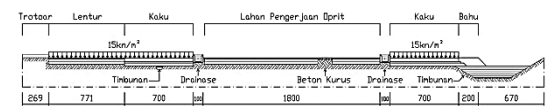


Gambar 8. Geometri Model Oprit Konvensional

3.6 Tahapan Pelaksanaan

3.6.1 Tahap Awal

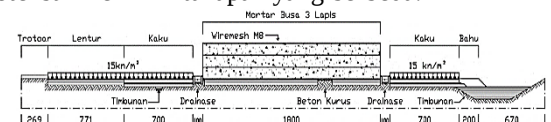
Proses penyiapan lahan untuk pengerjaan oprit disiapkan selebar 18 meter sesuai dengan lebar rencana timbunan oprit. Lahan pengerjaan oprit yang sebelumnya adalah jalan raya harus ditutup. Sebagai gantinya, dibuat jalur alternatif disisi kanan dan kiri lahan pengerjaan selebar 7 m yang digunakan untuk jalur alternatif lalu lintas.



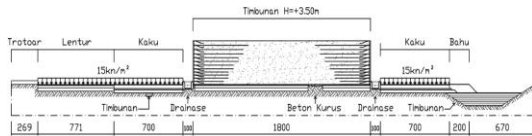
Gambar 9. Penyiapan Lahan Pengerjaan Oprit

3.6.2 Tahap Pembangunan

Tahap pembangunan terdiri dari timbunan oprit mortar busa dan oprit konvensional yang diperkuat dengan geotekstil memiliki tahapan yang berbeda.



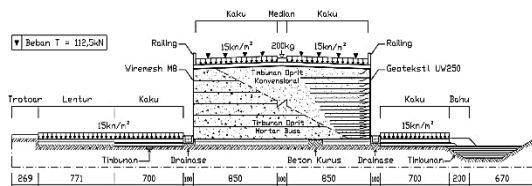
Gambar 10. Oprit Mortar Busa (H=3)



Gambar 11. Oprit Konvensional (H=3.50)

3.6.3 Tahap Akhir

Kondisi pada kedua oprit adalah sama. Kedua oprit yang telah mencapai ketinggian rencana 6 m dan telah dibentuk kemiringan, selanjutnya akan dilakukan pekerjaan *finishing* diatasnya lalu setelah itu dilakukan uji coba.



Gambar 12. Masa Layan

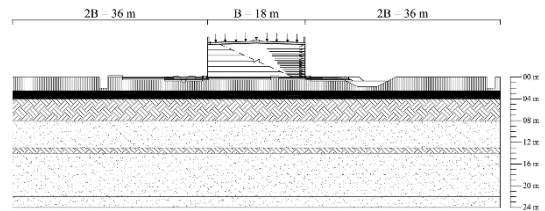
Pengerjaan oprit Flyover SP. SKA untuk timbunan mortar busa setinggi 1 meter dibutuhkan waktu 2 hari. Setelah tinggi oprit telah mencapai 1 meter, selanjutnya dibutuhkan waktu 6 hari masa perawatan untuk dapat melanjutkan pada lapisan selanjutnya. Total waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan oprit setinggi 1 meter adalah 8 hari. Sedangkan pembangunan timbunan oprit konvensional yang diperkuat dengan geotekstil, pengerjaan timbunan untuk ketinggian 25 cm memerlukan waktu 4 hari. Dengan rincian 1 hari untuk penghamparan, 1 hari untuk pembentukan, 1 hari untuk pemadatan dan 1 hari untuk pemasangan geotekstil. Sehingga untuk ketinggian total 1 meter dibutuhkan waktu 16 hari.

3.7 Permodelan Plaxis

3.7.1 Pemodelan Soil Layer

Sebelum dilakukan permodelan pada program plaxis model geometri struktur lama maupun baru akan di buat terlebih dahulu pada program *Autocad* untuk memperoleh koordinat pada tiap pertemuan garis yang akan di input pada *modify soil layer*. Model geometri soil di tentu pada *modify soil layer* pada borehole pertama pada program Plaxis.

Setelah menentukan berapa *borehole* yang di gunakan, kemudian mendefinisikan kedalam setiap layer tanah yang akan di tinjau, sehingga di peroleh model *soil layer* yang ditentukan dari stratifikasi tanah. Dimana koordinat kedalam setiap *layer* tanah di peroleh dari *Aoutocad*, kemudian ditentukan *water level* pada tanah yang terletak pada borehole yang telah dibuat.

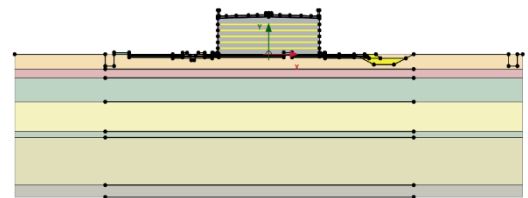


Gambar 13. Pemodelan Soil Layer

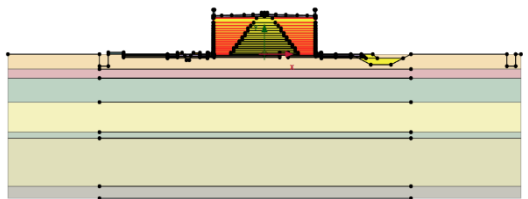
3.8 Definisi Material

Sebelum pemodelan geometri struktur dilakukan, langkah selanjutnya daftar material untuk di terapkan pada klaster yang akan dimodelkan pada tahap selanjutnya, daftar material dibuat menggunakan perintah *material sets* pada program plaxis. Sifat material yang diperlukan dalam pembuatan berbeda-beda tergantung dari material yang di gunakan.

3.9 Struktur Model



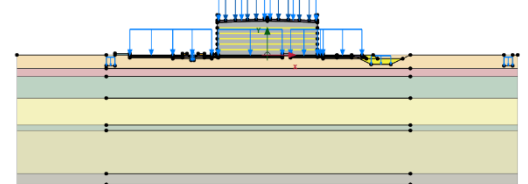
Gambar 14. Model Geometri Oprit Mortas Busa



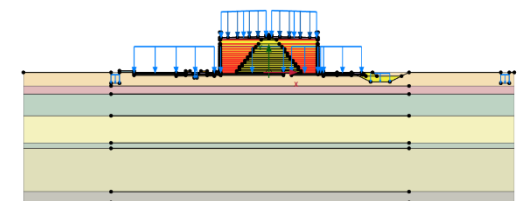
Gambar 15. Model Geometri Oprit Konvensional

3.10 Pembebanan

Pembebanan berdasarkan kelas jalan yang telah ditentukan pada beban oprit *fly over* simpang SKA, pembebanan makasimum diambil pada kendaraan truk dengan tiga gandar, dimana beban merata maksimum sebesar 15 kPa dan beban titik (*line load*) yang bekerja sebesar 112.5 KN.



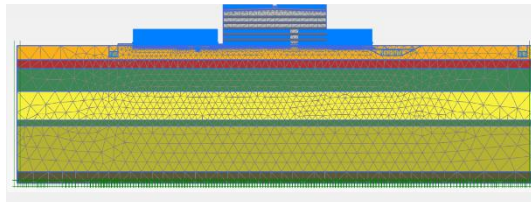
Gambar 16. Pembebanan Oprit Mortas Busa



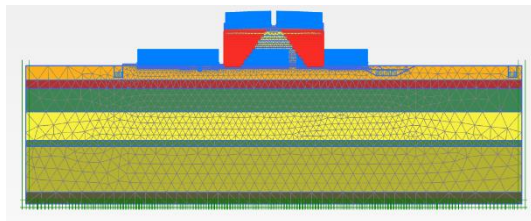
Gambar 17. Pembebanan Oprit Konvensional

3.11 Proses Perhitungan

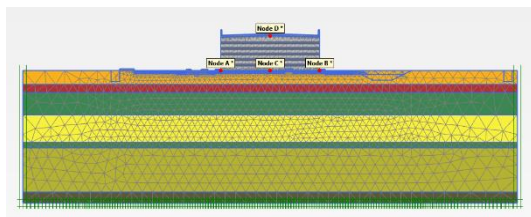
Sebelum perhitungan dilakukan, terlebih dahulu klaster akan dibagi menjadi elemen segitiga. Elemen *mesh* pada oprit dengan timbunan mortar busa dengan jumlah 6301 *mesh* dengan ukuran rata-rata 0.666 m, sedangkan pada oprit konvensional dengan tanah timbun memiliki 8239 *mesh* dengan ukuran rata-rata 0,565 m. Ukuran *mesh* terbesar untuk timbunan dengan mortar busa maupun dengan timbunan tanah pilihan ialah 4.583 m dengan ukuran terkecil 0.106×10^3 .



Gambar 18. Meshing Oprit Mortar Busa



Gambar 19. Meshing Oprit Konvensional

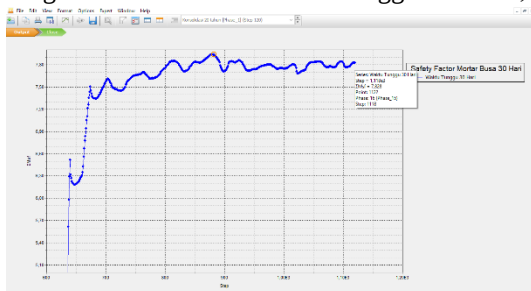


Gambar 20. Node-Node Model Oprit Flyover

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Stabilitas pada Oprit Mortar Busa

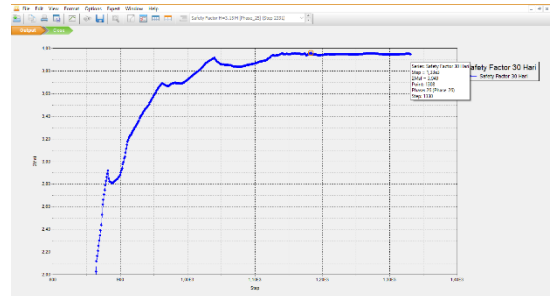
Besarnya *Safety Faktor* yang disyaratkan Bowles 1989 $>1,25$, sedangkan menurut Kimpraswil 2002b $>1,40$ untuk kelas jalan I dan II, untuk kelas jalan III dan IV kimpraswil mensyaratkan $>1,30$. Analisis *Safety Faktor* pada tahap pembangunan struktur untuk waktu tunggu 30 hari 7,795.



Gambar 21. Safety Faktor Waktu Tunggu 30 Hari Timbunan Oprit Mortar Busa

4.2. Stabilitas Pada Oprit Konvensional Stabilitas Bertahap

Besarnya *Safety Faktor* yang disyaratkan Bowles 1989 $>1,25$, sedangkan menurut Kimpraswil 2002b $>1,40$ untuk kelas jalan I dan II, untuk kelas jalan III dan IV kimpraswil mensyaratkan $>1,30$. Analisis *Safety Faktor* pada tahap pembangunan struktur untuk waktu tunggu 30 hari 3,910.



Gambar 22. Safety Faktor Waktu Tunggu 30 Hari Konvensional

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- Timbunan oprit menggunakan mortar busa maupun dengan timbunan konvensional faktor keamanan memenuhi kriteria kimpraswil 2002b dan Bowles 1989.
- Penggunaan mortar busa sebagai timbunan flyover menghasilkan faktor keamanan yang lebih besar, untuk waktu tunggu 30 hari ($>50\%$) dibandingkan dengan timbunan konvensional.
- Proses pengerjaan timbunan menggunakan mortar busa lebih efektif (cepat) dibandingkan timbunan konvensional

5.2 Saran

- Pemodelan struktur oprit dengan timbunan mortar busa bisa dibandingkan dengan oprit yang memiliki kemiringan talud dan dinding penahan tanah.
- Perlu dilakukan analisis stabilitas menggunakan tiga dimensi (3D), untuk mengetahui stabilitas arah memanjang oprit.
- Perlu adanya perhitungan manual pada faktor keamanan oprit menggunakan timbunan mortar busa dan konvensional.

DAFTAR PUSTAKA

Abramsom, E. A. (2002). *Slope Stability and Stabilization Method Second ed.* New York: Jhon Wiley & Sons, Inc.

- Aditya, B. W. (2017). *Alternatif Perencanaan Perbaikan Tanah Dasar dan Timbunan Pada Proyek Jalan Tol Pemalang – Batang Seksi IV STA. 362+550 - STA. 362+625*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Aini, Q. (2018). Analisis Kestabilan Lereng Studi kasus Kelongsoran Arus jalan Sicincin-Malalak KM 27.6 Kecamatan Malalak, Kabupaten Aagam.
- Ameratunga, J., Sivakugan, N., & Das, B. (2016). *Correlations of Soils and Rock Properties in Geotechnical Engineering*. New Delhi: Springer India.
- Atamini, H. (2018). *Evaluasi Stabilitas dan Penurunan antara Timbunan Ringan Mortar Busa Dibandingkan dengan Timbunan Pilihan pada Oprit Jembatan (Studi kasus, Flyover Antapani, Kota Bandung)*. Bandung: Institut teknologi Nasional.
- Atamini, H., & Moestofa, B. (2018). Evaluasi Stabilitas dan Penurunan antara Timbunan Ringan Mortar Busa Dibandingkan dengan Timbunan Pilihan pada Oprit Jembatan (Studi Kasus : Flyover Antapani , Kota Bandung). *Reka Racana - Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 90-100.
- Badan Standardisasi Nasional, SNI 4153 (Cara Uji Penetrasi Lapangan dengan SPT 2008).
- Bahari, S. R., & Hamdan, I. N. (2017). Analisis Geoteknik pada Teknologi Corrugated Mortar Busa Pusjatan (CMP) dalam Perencanaan Flyover Antapani. *Reka Racana - Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 70-81.
- Bowles, J. (1995). *Analisis dan Desain Pondasi 1 & 2*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Brinkgreve, R. (2007). *Plaxis Manual*. Delft: Plaxis B.V.
- Budhu, M. (2011). *Soil Mechanics and Foundations*. Danvers: John Wiley & Sons.
- Budhu, M. (2015). *Soil Mechanics Fundamentals*. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons.
- Budiasto, A., & Purwanto, E. (2018). Analisis Stabilitas Timbunan Badan Jalan Dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan Program Plaxis. *Jurnal Online Universitas Islam Indonesia*.
- Carter, M., & Bentley, S. (2016). *Soil Properties and Their Correlations Second Edition*. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd.
- Das, B. (1995). *Mekanika Tanah 1 & 2*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Das, B. (2011). *Principles of Foundation Engine*.