

ANALISIS STABILITAS TIMBUNAN MENGUNAKAN TURAP BETON PADA TAMBANG SITE TELEN ORBIT PRIMA

Nesa Nurhadi Sunarya

NRP : 1121029

Pembimbing : Ir. Asriwiyanti Desiani, MT.

ABSTRAK

Turap beton berfungsi sebagai perkuatan lereng , seringkali digunakan terutama di daerah yang berbatasan dengan air, seperti tepi sungai dan pelabuhan. Hal ini terjadi karena turap tersebut memiliki sifat tahan terhadap korosi dan dapat dibuat kedap terhadap air melalui proses pelapisan anti air (*coating*). *Corrugated Prestressed Concrete* (CPC) *sheet piles* merupakan salah jenis turap beton yang memiliki bentuk penampang bergelombang. Penampang tersebut berfungsi sebagai pengunci agar tanah tidak bergerak ke arah samping.

Studi ini bertujuan untuk menganalisis kestabilan lereng pada tanah timbunan di *site* PT. Telen Orbit Prima (TOP). Analisis terhadap nilai faktor keamanan (ΣMsf) lereng dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Plaxis*. Kondisi lereng yang ditinjau yaitu, kestabilan pada kondisi aktual (kondisi 1), kestabilan pada saat terjadi rembesan air di badan timbunan (kondisi 2), kestabilan pada saat terjadi penurunan permukaan air ke elevasi +2.00 (kondisi 3), kestabilan pada saat pemadatan tanah tidak optimal (kondisi 4), serta kestabilan menggunakan perkuatan turap beton CPC dengan variasi jenis dan kedalaman pemancangan (kondisi 5).

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, nilai ΣMsf lereng pada kondisi 2 adalah sebesar $1,0734 < 1,2$, dapat disimpulkan bahwa lereng berada dalam kondisi tidak aman. Pada kondisi 3, nilai ΣMsf adalah sebesar $1,0482 < 1,2$, lereng juga berada dalam kondisi tidak aman. Pada kondisi 4, didapatkan hasil bahwa lereng mengalami keruntuhan. Melalui kurva hubungan ΣMsf terhadap kedalaman pemancangan, didapatkan kesimpulan bahwa penggunaan jenis turap beton yang paling efisien adalah CPC 325_8 meter dengan kedalaman pemancangan 4 meter. Nilai ΣMsf yang didapat sebesar $1,2228 > 1,2$ untuk kondisi terjadi rembesan air di badan timbunan.

Kata kunci: *Corrugated Prestressed Concrete, Plaxis, ΣMsf*

THE EMBANKMENT STABILITY ANALYSIS WITH CONCRETE SHEET PILE REINFORCEMENT IN TELEN ORBIT PRIMA MINE SITE

Nesa Nurhadi Sunarya

NRP : 1121029

Pembimbing : Ir. Asriwiyanti Desiani, MT.

ABSTRACT

Concrete sheet piles serve as a slope reinforcement, they are often used primarily in an area which close to the water, such as river and harbour. Concrete sheet piles are stainless and can be made as waterproof through coating process. Corrugated Prestressed Concrete (CPC) is a type of sheet piles which has a wavy shape of cross-section. The cross-section shape has a function as a lock to the soil, so that there will be a less movement on horizontal direction.

This study aims to analyze the slope stability of embankment in Telen Orbit Prima jobsite. The anlysis on slope safety factor (ΣMsf) is calculated using Plaxis software. The slope is reviewed based on four conditions. They are, the slope stability in the actual condition (1st condition), the slope stability when there is a leak of water inside the embankment (2nd condition), the slope stability when the water surface decrease to level +2.00 (3rd condition), the slope stability when the soil is not perfectly compacted (4th condition), and the slope stability using the variety CPC sheet piles on type and depth (5th condition).

Based on the result of the analysis, the ΣMsf value of slope in the second condition is $1,0734 < 1,2$, it means that the slope is not safe. In the third condition, the ΣMsf value is $1,0482 < 1,2$, the slope is also not safe. In the fourth condition, the result shows that the slope is failed. From curves of ΣMsf and piling depth, it results that CPC 325_8 meters with a 4 meters depth is the most effecient sheet piles. In the second condition which the water is leaking, its ΣMsf value is $1,2228 > 1,2$.

Kata kunci: *Corrugated Prestressed Concrete, Plaxis, ΣMsf*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN	iii
PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN	iv
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR.....	v
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR NOTASI	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penulisan.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Sistematika Penulisan.....	3
1.5 Lisensi Perangkat Lunak	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Lereng	4
2.1.1 Pengertian Lereng.....	4
2.1.2 Gangguan Stabilitas Lereng	5
2.1.3 Gerakan Tanah	7
2.1.4 Jenis – Jenis Longsoran	10
2.2 Analisa Stabilitas Lereng.....	11
2.2.1. Kekuatan Geser Tanah	11
2.2.2. Parameter Tanah	14

2.3	Perkuatan Lereng dengan Turap (<i>Sheet Piles</i>)	18
2.3.1.	Turap	18
2.3.2.	<i>Corrugated Prestressed Concrete (CPC) Sheet Piles</i>	20
2.4	<i>Geomembrane</i>	26
2.5	Perangkat Lunak <i>Plaxis</i>	28
BAB III DATA TANAH DAN CARA PENGGUNAAN PERANGKAT LUNAK		31
3.1	Data Tanah.....	31
3.1.1.	Data Hasil Pengujian Pada Tanah.....	31
3.1.2.	Data Teknis Lereng	33
3.2	Perangkat Lunak <i>Plaxis</i>	34
3.2.1.	<i>Input Data</i>	34
3.2.2.	<i>Calculation</i>	39
3.2.3.	<i>Output Data</i>	45
BAB IV ANALISIS DATA DENGAN MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK		
4.1	Desain Parameter	46
4.2	Data Teknis Lereng.....	49
4.3	Analisis Lereng Dengan Menggunakan Perangkat Lunak.....	49
4.3.1.	Kondisi 1 : Kestabilan Lereng Pada Kondisi Aktual.....	49
4.3.2.	Kondisi 2 : Kestabilan Lereng Pada Saat Terjadi Rembesan Air	55
4.3.3.	Kondisi 3 : Kestabilan Lereng Pada Saat Permukaan Air Turun ke Elevasi +2.00	60
4.3.4.	Kondisi 4 : Kestabilan Lereng Pada Saat Pemadatan Tanah Tidak Optimal.....	64
4.3.5.	Kondisi 5 : Kestabilan Lereng dengan Perkuatan Turap Beton (<i>Sheet Piles</i>).....	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		85
5.1	Kesimpulan	85
5.2	Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA		87
DAFTAR LAMPIRAN		88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Faktor Geologi Terhadap Gangguan Stabilitas Lereng	6
Gambar 2.2	Faktor Morfologi Terhadap Gangguan Stabilitas Lereng.....	6
Gambar 2.3	Faktor Perbuatan Manusia Terhadap Gangguan Stabilitas Lereng ..	7
Gambar 2.4	Gerakan Tanah Jenis Runtuhan (<i>Falls</i>)	8
Gambar 2.5	Gerakan Tanah Jenis Pengelupasan (<i>Topples</i>).....	8
Gambar 2.6	Gerakan Tanah Jenis Aliran Tanah (<i>Earth Flow/Debris Flow</i>).....	9
Gambar 2.7	Gerakan Tanah Jenis Rayapan (<i>Creep</i>)	9
Gambar 2.8	Gerakan Tanah Jenis Longsoran (<i>Slides</i>)	10
Gambar 2.9	Kecepatan Gerakan Longsoran (TRB, 1978).....	10
Gambar 2.10	Longsoran Rotasi.....	11
Gambar 2.11	Longsoran Translasi	11
Gambar 2.12	Garis Keruntuhan <i>Mohr – Coulomb</i>	12
Gambar 2.13	Alat Uji <i>Direct Shear</i>	17
Gambar 2.14	Alat Uji <i>Triaxial</i>	17
Gambar 2.15	Turap Jenis 1	18
Gambar 2.16	Turap Jenis 2	19
Gambar 2.17	Turap Jenis 3 (a).....	19
Gambar 2.18	Turap Jenis 3 (b).....	19
Gambar 2.19	<i>Corrugated Prestressed Concrete Sheet Pile</i>	22
Gambar 2.20	Langkah 1 Metode <i>Panel Driving</i>	23
Gambar 2.21	Langkah 2 Metode <i>Panel Driving</i>	23
Gambar 2.22	Langkah 3 Metode <i>Panel Driving</i>	24
Gambar 2.23	Langkah 4 Metode <i>Panel Driving</i>	24
Gambar 2.24	Langkah 5 Metode <i>Panel Driving</i>	24
Gambar 2.25	Langkah 6 Metode <i>Panel Driving</i>	25
Gambar 2.26	Langkah 7 Metode <i>Panel Driving</i>	25
Gambar 2.27	Langkah 8 Metode <i>Panel Driving</i>	25
Gambar 2.28	Persiapan Lapisan Permukaan	26
Gambar 2.29	Pekerjaan Parit Angkur.....	27
Gambar 2.30	Penggelaran <i>Geomembrane</i>	27

Gambar 2.31	Pengelasan <i>Geomembrane</i>	28
Gambar 3.1	Lokasi Titik Bor Tangan.....	31
Gambar 3.2	Timbunan Tanah Yang Ditinjau.....	33
Gambar 3.3	Dimensi Timbunan Tanah	34
Gambar 3.4	<i>General Settings – Project</i>	35
Gambar 3.5	<i>General Settings – Dimensions</i>	35
Gambar 3.6	<i>Geometry Input</i>	36
Gambar 3.7	<i>Material Sets – Soil & Interfaces – General</i>	37
Gambar 3.8	<i>Material Sets – Soil & Interfaces – Parameters</i>	37
Gambar 3.9	<i>Material Sets – Geogrid</i>	37
Gambar 3.10	<i>Material Sets – Plates</i>	38
Gambar 3.11	<i>Standard Fixities</i>	38
Gambar 3.12	<i>Generate Mesh</i>	39
Gambar 3.13	<i>Calculation - General</i>	40
Gambar 3.14	<i>Calculation - Parameters</i>	40
Gambar 3.15	<i>Staged Construction</i>	41
Gambar 3.16	<i>Water Condition</i>	41
Gambar 3.17	<i>Generate Water Pressure</i>	42
Gambar 3.18	<i>Loading Input – Define – Staged Construction</i>	42
Gambar 3.19	<i>Loading Input – Define – Phreatic Level</i>	43
Gambar 3.20	<i>Generate Water Pressures</i>	43
Gambar 3.21	<i>Calculation – Point for Curves</i>	44
Gambar 3.22	<i>Plastic Calculation</i>	44
Gambar 3.23	<i>Calculation - Multipliers</i>	44
Gambar 3.24	<i>Output Data – Deformed Mesh</i>	45
Gambar 3.25	<i>Output Data – Total Displacement - Contours</i>	45
Gambar 4.1	Dimensi Lereng Pada Pemodelan Plaxis	49
Gambar 4.2	<i>Initial Phase – Staged Construction (Kondisi 1)</i>	50
Gambar 4.3	Timbunan 1 – <i>Staged Construction (Kondisi 1)</i>	50
Gambar 4.4	Beban 1 – <i>Staged Construction (Kondisi 1)</i>	51
Gambar 4.5	Tekanan Air – <i>Staged Construction (Kondisi 1)</i>	52
Gambar 4.6	Tekanan Air – <i>Water Conditions (Kondisi 1)</i>	52
Gambar 4.7	Timbunan 12 – <i>Staged Construction (Kondisi 1)</i>	52
Gambar 4.8	Timbunan 12 – <i>Water Conditions (Kondisi 1)</i>	53

Gambar 4.9	Beban 12 – <i>Staged Construction</i> (Kondisi 1)	53
Gambar 4.10	SF Struktur – <i>Plastic Calculation</i> (Kondisi 1).....	54
Gambar 4.11	SF Struktur – ΣM_{sf} (Kondisi 1)	54
Gambar 4.12	<i>Output Data – Deformed Mesh</i> (Kondisi 1)	55
Gambar 4.13	<i>Output Data – Total Displacements</i> (Kondisi 1)	55
Gambar 4.14	<i>Initial Phase – Staged Construction</i> (Kondisi 2)	56
Gambar 4.15	Timbunan 1 – <i>Staged Construction</i> (Kondisi 2)	56
Gambar 4.16	Beban 1 – <i>Staged Construction</i> (Kondisi 2)	57
Gambar 4.17	Tekanan Air – <i>Water Conditions</i> (Kondisi 2).....	57
Gambar 4.18	Rembesan Air – <i>Water Conditions</i> (Kondisi 2)	58
Gambar 4.19	SF Struktur – <i>Plastic Calculation</i> (Kondisi 2).....	58
Gambar 4.20	SF Struktur – ΣM_{sf} (Kondisi 2)	59
Gambar 4.21	<i>Output Data – Deformed Mesh</i> (Kondisi 2)	59
Gambar 4.22	<i>Output Data – Total Displacement</i> (Kondisi 2).....	60
Gambar 4.23	<i>Initial Phase – Staged Construction</i> (Kondisi 3)	60
Gambar 4.24	Timbunan 1 – <i>Staged Construction</i> (Kondisi 3)	61
Gambar 4.25	Beban 1 – <i>Staged Construction</i> (Kondisi 3)	61
Gambar 4.26	Tekanan Air – <i>Water Conditions</i> (Kondisi 3).....	62
Gambar 4.27	Penurunan Elevasi Air – <i>Water Conditions</i> (Kondisi 3)	62
Gambar 4.28	Penurunan Elevasi Air – <i>General</i> (Kondisi 3).....	63
Gambar 4.29	<i>Output Data – Deformed Mesh</i> (Kondisi 3)	63
Gambar 4.30	<i>Output Data – Total Displacements</i> (Kondisi 3)	64
Gambar 4.31	Timbunan 10 – <i>Staged Construction</i> (Kondisi 4)	65
Gambar 4.32	Timbunan 10 – <i>General</i> (Kondisi 4)	65
Gambar 4.33	<i>Output Data – Deformed Mesh</i> (Kondisi 4)	66
Gambar 4.34	<i>Output Data – Total Displacement</i> (Kondisi 4).....	66
Gambar 4.35	<i>Initial Phase – Staged Construction</i> (Kondisi 5)	67
Gambar 4.36	<i>Initial Phase – Water Conditions</i> (Kondisi 5)	67
Gambar 4.37	CPC 325_8m – <i>Staged Construction</i>	68
Gambar 4.38	CPC 325_8m – <i>Water Conditions</i>	68
Gambar 4.39	Timbunan 6 – <i>Staged Construction</i> (CPC 325_8 m)	68
Gambar 4.40	Beban 6 – <i>Staged Construction</i> (CPC 325_8 m)	69
Gambar 4.41	Tekanan Air – <i>Water Conditions</i> (CPC 325_8 m)	69
Gambar 4.42	Galian Luar – <i>Staged Construction</i> (CPC 325_8 m).....	70

Gambar 4.43	Rembesan Air – <i>Water Conditions</i> (CPC 325_8 m)	70
Gambar 4.44	SF Struktur – ΣM_{sf} Tekanan Air (CPC 325_8 m)	71
Gambar 4.45	SF Struktur - ΣM_{sf} Rembesan Air (CPC 325_8 m)	71
Gambar 4.46	SF Struktur – ΣM_{sf} Tekanan Air (CPC 325_9 m)	72
Gambar 4.47	SF Struktur - ΣM_{sf} Rembesan Air (CPC 325_9 m)	72
Gambar 4.48	SF Struktur – ΣM_{sf} Tekanan Air (CPC 325_10 m).....	73
Gambar 4.49	SF Struktur - ΣM_{sf} Rembesan Air (CPC 325_10 m)	73
Gambar 4.50	SF Struktur – ΣM_{sf} Tekanan Air (CPC 350_9 m)	74
Gambar 4.51	SF Struktur - ΣM_{sf} Rembesan Air (CPC 350_9 m)	74
Gambar 4.52	SF Struktur – ΣM_{sf} Tekanan Air (CPC 350_10 m).....	75
Gambar 4.53	SF Struktur - ΣM_{sf} Rembesan Air (CPC 350_10 m)	75
Gambar 4.54	<i>Output Data</i> Tekanan Air – <i>Deformed Mesh</i> (CPC 325_8 m)	76
Gambar 4.55	<i>Output Data</i> Tekanan Air – <i>Total Displacements</i> (CPC 325_8 m)	77
Gambar 4.56	<i>Output Data</i> Rembesan Air – <i>Deformed Mesh</i> (CPC 325_8 m)....	77
Gambar 4.57	<i>Output Data</i> Rembesan Air – <i>Total Displacements</i> (CPC 325_8 m)	77
Gambar 4.58	<i>Output Data</i> Tekanan Air – <i>Deformed Mesh</i> (CPC 325_9 m)	78
Gambar 4.59	<i>Output Data</i> Tekanan Air – <i>Total Displacements</i> (CPC 325_9 m)	78
Gambar 4.60	<i>Output Data</i> Rembesan Air – <i>Deformed Mesh</i> (CPC 325_9 m)....	78
Gambar 4.61	<i>Output Data</i> Rembesan Air – <i>Total Displacements</i> (CPC 325_9 m)	79
Gambar 4.62	<i>Output Data</i> Tekanan Air – <i>Deformed Mesh</i> (CPC 325_10 m)	79
Gambar 4.63	<i>Output Data</i> Tekanan Air – <i>Total Displacements</i> (CPC 325_10 m)	79
Gambar 4.64	<i>Output Data</i> Rembesan Air – <i>Deformed Mesh</i> (CPC 325_10 m)	80
Gambar 4.65	<i>Output Data</i> Rembesan Air – <i>Total Displacements</i> (CPC 325_10 m)	80
Gambar 4.66	<i>Output Data</i> Tekanan Air – <i>Deformed Mesh</i> (CPC 350_9 m)	80
Gambar 4.67	<i>Output Data</i> Tekanan Air – <i>Total Displacements</i> (CPC 350_9 m)	81
Gambar 4.68	<i>Output Data</i> Rembesan Air – <i>Deformed Mesh</i> (CPC 350_9 m)....	81

Gambar 4.69	<i>Output Data</i> Rembesan Air – <i>Total Displacements</i> (CPC 350_9 m)	81
Gambar 4.70	<i>Output Data</i> Tekanan Air – <i>Deformed Mesh</i> (CPC 350_10 m)	81
Gambar 4.71	<i>Output Data</i> Tekanan Air – <i>Total Displacements</i> (CPC 350_10 m)	81
Gambar 4.72	<i>Output Data</i> Rembesan Air – <i>Deformed Mesh</i> (CPC 350_10 m)	82
Gambar 4.73	<i>Output Data</i> Rembesan Air – <i>Total Displacements</i> (CPC 350_10 m)	82
Gambar 4.74	Kurva ΣM_{sf} Tekanan Air Terhadap Kedalaman Turap	84
Gambar 4.75	Kurva ΣM_{sf} Rembesan Air Terhadap Kedalaman Turap	84

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Faktor –faktor yang Mempengaruhi Stabilitas Lereng	5
Tabel 2.2	Faktor Keamanan Minimum Kemantapan Lereng	13
Tabel 2.3	Harga – harga Koefisien Rembesan.....	15
Tabel 2.4	Harga – harga Modulus <i>Young</i>	16
Tabel 2.5	Harga – harga Angka <i>Poisson</i>	16
Tabel 2.6	Klasifikasi <i>CPC Sheet Pile</i>	20
Tabel 2.7	Panjang <i>Sheet Pile</i> Berdasarkan Momen Retak	21
Tabel 3.1	Deskripsi Tanah Hasil Pengujian Bor Tangan	32
Tabel 3.2	Deskripsi Tanah Hasil Pengujian Laboratorium	32
Tabel 3.3	Spesifikasi Timbunan Tanah	34
Tabel 4.1	Spesifikasi Data Tanah Pada Pemodelan <i>Mohr – Coloumb</i>	47
Tabel 4.2	Spesifikasi Turap Beton dan <i>Geomembrane</i> Pada Pemodelan <i>Mohr – Coloumb</i>	48
Tabel 4.3	ΣMsf Berdasarkan Kedalaman Turap (CPC 325_8 m)	71
Tabel 4.4	ΣMsf Berdasarkan Kedalaman Turap (CPC 325_9 m)	72
Tabel 4.5	ΣMsf Berdasarkan Kedalaman Turap (CPC 325_10 m)	73
Tabel 4.6	ΣMsf Berdasarkan Kedalaman Turap (CPC 350_9 m)	74
Tabel 4.7	ΣMsf Berdasarkan Kedalaman Turap (CPC 350_10 m)	75
Tabel 4.8	Data ΣMsf dan Perpindahan Maksimum Berdasarkan Jenis Turap Beton	83

DAFTAR NOTASI

c'	: Kohesi dalam keadaan tegangan efektif.
E	: Modulus <i>Young</i> .
F_s	: Faktor keamanan.
H	: Tinggi.
w	: Lebar.
t	: Tebal.
A	: Luas.
I	: Momen Inersia.
K	: Koefisien rembesan.
L	: Panjang.
u	: Tekanan air pori pada bidang geser.
W	: Berat tanah (kg).
W_s	: Berat butiran padat (kg).
W_w	: Berat air (kg).
V	: Volume tanah (m ³).
τ_f	: Kuat geser maksimum.
σ	: Tegangan normal total pada bidang geser.
σ'	: Tegangan normal efektif pada bidang geser.
ϕ'	: Sudut ketahanan geser dalam keadaan tegangan efektif.
τ_f	: Kekuatan geser tanah yang tersedia.
τ_d	: Kekuatan geser tanah yang bekerja sepanjang bidang longsor.
γ	: Berat volume tanah (kg/m ³).
γ_d	: Berat volume kering tanah (kg/m ³).
μ	: Angka <i>Poisson</i> .
ΣMsf	: Faktor pengali total keamanan.
ϕ_{masukan}	: nilai ϕ yang dimasukkan dalam set data material.
$\phi_{\text{tereduksi}}$	: nilai ϕ tereduksi yang digunakan dalam analisis.
c_{masukan}	: nilai c yang dimasukkan dalam set data material.
$c_{\text{tereduksi}}$	: nilai c tereduksi yang digunakan dalam analisis.

DAFTAR LAMPIRAN

L.1	DATA PENYELIDIKAN TANAH DI LUBANG BOR 1	87
L.2	LAY OUT PROYEK BENDUNGAN DI SITE PT. TOP	90
L.3	KATALOG PRODUK <i>RETAINING WALL CONCRETE PRODUCTS</i> PT. WIKA BETON.....	92
L.4	KATALOG PRODUK <i>PADFOOT DRUM SOIL COMPACTOR</i> PT. TRAKINDO UTAMA.....	93
L.5	KATALOG PRODUK HUITEX <i>GEOMEMBRANE</i>	95