

PENGARUH PEMBEBANAN PADA DINDING PENAHAN TANAH SEGMENTAL

Dwi Rahayu Purwanti
NRP: 1321902

Pembimbing: Ir. Asriwiyanti Desiani, MT.

ABSTRAK

Salah satu konstruksi dinding penahan tanah yang aman, fleksibel, awet dan murah adalah dinding penahan tanah segmental. Prosedur desain yang digunakan mengacu pada NCMA (*National Concrete Masonry Association*), *Design Manual for Segmental Retaining Walls*, USA dan AASHTO (*The American Association of State Highway and Transportation Officials*). Hasil penyelidikan tanah, menunjukkan lokasi yang diusulkan adalah tanah dengan perbedaan elevasi 5 m, yang memiliki nilai N(SPT) 0-6 pukulan/30 cm pada kedalaman 0-5 m. Analisis pemodelan menggunakan software Geo5.

Perhitungan dinding penahan tanah segmental dihitung tanpa perkuatan dan dengan perkuatan pada ketinggian 5 m. Pada dinding penahan tanah segmental dengan perkuatan, tanah yang diperkuat diganti menggunakan tanah pasir dengan parameter $\gamma = 19 \text{ kN/m}^2$ dan $\phi = 34^\circ$. Variasi pembebanan berupa beban merata dan beban *strip*.

Hasil analisis perhitungan untuk dinding penahan tanah tanpa perkuatan didapat faktor keamanan yang rendah. Perhitungan pada dinding penahan tanah dengan perkuatan berdasarkan metode NCMA didapat nilai pembebanan merata maksimal yang dipikul sebesar 22.5 kN/m^2 dan pembebanan *strip* sebesar 32.5 kN/m^2 , dengan metode AASHTO didapat nilai pembebanan merata maksimal yang dipikul sebesar 20.5 kN/m^2 dan pembebanan *strip* sebesar 27 kN/m^2 . Maksimal pembebanan yang dihitung dengan metode AASHTO memiliki nilai yang lebih kecil dari NCMA, karena metode AASHTO menggunakan faktor beban dan faktor tahanan dalam proses perhitungan.

Kata kunci: AASHTO, dinding penahan tanah segmental, NCMA, parameter, *strip*.

LOADING EFFECT ON SEGMENTAL RETAINING WALL

Dwi Rahayu Purwanti
NRP: 1321902

Supervisor: Ir. Asriwiyanti Desiani, MT.

ABSTRACT

One of the safe, flexible, durable and inexpensive retaining wall construction is the segmental retaining wall. Design procedure used is referred to NCMA (National Concrete Masonry Association), Design Manual for Segmental Retaining Walls, USA and AASHTO (The American Association of State Highway and Transportation Officials). The results of soil investigation, indicate that the proposed location is soil with 5m different elevation and N (SPT) values 0-6 blows / 30 cm at a depth of 0-5 m. Modeling analysis using Geo5 software.

Segmental retaining wall was calculated without reinforcement and with reinforcement at a height of 5 m. On segmental retaining wall with reinforcement, reinforced soil is changed using sand with parameter $\gamma = 19 \text{ kN} / \text{m}^2$ and $\phi = 34^\circ$. Loading variation calculated in the form of distributed load and strip load.

The calculation results of retaining wall without reinforcement obtained a low safety factor. Calculations on retaining wall with reinforcement by NCMA methods obtained maximum distributed load value $22.5 \text{ kN} / \text{m}^2$ and maximum strip load value $32.5 \text{ kN} / \text{m}^2$, calculation using AASHTO method obtained maximum distributed load value $20.5 \text{ kN} / \text{m}^2$ and maximum strip load value $27 \text{ kN} / \text{m}^2$. Maximum loading calculated by AASHTO method shown a smaller value than NCMA, because the AASHTO method used a load factor and resistance factor in the calculation process.

Keywords: AASHTO, NCMA, parameter, segmental retaining wall, strip.

DAFTAR ISI

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
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR NOTASI	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	2
1.4 Sistematika Penelitian	3
1.5 Lisensi Perangkat Lunak.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Jenis Dinding Penahan Tanah (<i>Retaining Wall</i>)	5
2.1.1 Dinding Penahan Tanah Gravitasi	5
2.1.2 Dinding Penahan Tanah Semi Gravitasi	6
2.1.3 Dinding Penahan Tanah Kantilever	6
2.1.4 Dinding Penahan Tanah <i>Counterfort</i>	7
2.1.5 Dinding Penahan Tanah Beton Bertulang Dengan Penahan (<i>Buttress</i>)	7
2.2 Dinding Penahan Tanah Segmental	8
2.2.1 Bahan Unit Dinding	9
2.2.2 Kuat Tekan Unit Dinding.....	9
2.2.3 Metode Desain Berdasarkan NCMA	10
2.2.4 Metode Desain Berdasarkan AASHTO	14
2.3 Teori Tekanan Tanah Lateral	17
2.3.1 Tekanan Tanah Aktif dan Pasif.....	17
2.3.2 Tekanan Tanah Berdasarkan Teori Rankine (1857)	18
2.3.3 Tekanan Tanah Berdasarkan Teori Coulomb (1776).....	19
2.4 Pengaruh Beban Di Atas Tanah Urug.....	20
2.4.1 Beban Terbagi Rata.....	20
2.4.2 Beban Titik.....	21
2.4.3 Beban <i>Strip</i>	22
2.5 Stabilitas Dinding Penahan Tanah Cara Solid	22
2.5.1 Stabilitas Terhadap Momen Guling	22
2.5.2 Stabilitas Terhadap Penggeseran.....	23
2.5.3 Stabilitas Terhadap Kapasitas Daya Dukung Tanah.....	24

2.6 Stabilitas Dinding Penahan Tanah Segmental	25
2.6.1 Stabilitas Eksternal.....	25
2.6.2 Stabilitas Internal	33
2.7 Bentuk Bidang Longsor	35
2.8 Penyelidikan Tanah.....	36
2.8.1 Pekerjaan Pengeboran	37
2.8.2 Pekerjaan Pengambilan Contoh Tanah Tidak Terganggu.....	37
2.8.3 Pekerjaan <i>Standard Penetration Test</i> (SPT)	38
2.8.4 Pekerjaan Tes Laboratorium	39
2.9 Parameter Tanah	40
2.9.1 Berat Isi (γ).....	40
2.9.2 Kohesi (c).....	42
2.9.3 Sudut geser dalam (ϕ).....	43
2.10 Tanah Pada Perkuatan Tanah	43
2.11 Perkuatan Tanah Geosintetik	44
BAB III DATA LAPANGAN DAN PENGGUNAAN PROGRAM GEO5.....	47
3.1 Diagram Alir Penelitian	47
3.2 Hasil Penyelidikan Tanah	48
3.3 Penggunaan Program Geo5.....	49
3.3.1 Lembar Kerja	50
3.3.2 Pengaturan.....	50
3.3.3 Mendefinisikan Pemodelan.....	51
3.3.4 Pemeriksaan Pemodelan.....	60
3.3.5 Hasil Perhitungan Program	61
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN MASALAH	63
4.1 Analisis Data	63
4.1.1 Analisis Daya Dukung Tanah Dasar	64
4.1.2 Dinding Penahan Tanah Segmental Tanpa Perkuatan	65
4.1.3 Analisis Bidang Longsor.....	68
4.1.4 Dinding Penahan Tanah Segmental Dengan Perkuatan.....	69
4.2 Hasil Pembahasan	87
4.2.1 Dinding Penahan Tanah Segmental Tanpa Perkuatan	87
4.2.2 Dinding Penahan Tanah Segmental Dengan Variasi Jarak Perkuatan.....	88
4.2.3 Dinding Penahan Tanah Segmental Dengan Pembebanan Merata	91
4.2.4 Dinding Penahan Tanah Segmental Dengan Pembebanan <i>Strip</i>	93
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	95
5.1 Kesimpulan.....	95
5.2 Saran	96
DAFTAR PUSTAKA.....	97
LAMPIRAN	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Dinding Penahan Tanah Gravitasi	6
Gambar 2-2 Dinding Penahan Tanah Semi Gravitasi	6
Gambar 2-3 Dinding Penahan Tanah Kantilever	7
Gambar 2-4 Dinding Penahan Tanah <i>Counterfort</i>	7
Gambar 2-5 Dinding Penahan Tanah Beton Bertulang Dengan Penahan.....	8
Gambar 2-6 Dinding Penahan Tanah Segmental	9
Gambar 2-7 Komponen DPT Segmental dengan Perkuatan Tanah.....	11
Gambar 2-8 MSE dengan Muka Dinding Blok Beton Segmental	15
Gambar 2-9 Ketentuan Untuk <i>Hinge High</i> Blok Beton Segmental	16
Gambar 2-10 Tekanan Tanah Akibat Beban Titik.....	21
Gambar 2-11 Hubungan Antara N_B , N_w , dan r/z Untuk Menghitung Beban Titik	21
Gambar 2-12 Ilustrasi Pergeseran Pada Dinding Penahan Tanah Segmental.....	26
Gambar 2-13 Ilustrasi Penggulingan Pada Dinding Penahan Tanah Segmental ..	29
Gambar2-14 Ilustrasi Keruntuhan Kapasitas Dukung Tanah Pada Dinding Penahan Tanah Segmental	31
Gambar 2-15 Ilustrasi Keruntuhan Terhadap Kelongsoran Pada Dinding Penahan Tanah Segmental.....	33
Gambar 2-16 Bidang Longsor Potensial <i>Insitu</i>	36
Gambar 2-17 Bidang Longsor Potensial Rankine.....	36
Gambar 2-18 Bor Mesin Putar	38
Gambar 2-19 <i>Split Spoon</i>	38
Gambar 2-20 Perkiraan Hubungan N_{spt} vs c_u	38
Gambar 2-21 Geotekstil <i>Woven</i> (a), Geotekstil <i>Nonwoven</i> (b).....	45
Gambar 2-22 Pemasangan Konstruksi Geotekstil Metode US. <i>Forest Service</i>	45
Gambar 3-1 Diagram Perancangan Dinding Penahan Tanah Segmental.....	47
Gambar 3-2 Interpretasi Lapisan-Lapisan Tanah Hasil BH-1	49
Gambar 3-3 Lembar Kerja Baru	50
Gambar 3-4 Kotak Pengaturan.....	50
Gambar 3-5 Kotak Data Blok Beton Pada <i>Masonry Wall</i>	51
Gambar 3-6 Geometri Dinding Pada <i>Masonry Wall</i>	52

Gambar 3-7 Geometri Dinding Pada MSE Wall.....	52
Gambar 3-8 Data Bahan Blok Beton Pada Masonry Wall.....	53
Gambar 3-9 Data Bahan Blok Beton Pada MSE Wall	54
Gambar 3-10 Jenis Perkuatan Pada MSE Wall	54
Gambar 3-11 Data Perkuatan Pada MSE Wall.....	55
Gambar 3-12 Kedalaman Lapisan Tanah.....	55
Gambar 3-13 Data Parameter Tanah.....	55
Gambar 3-14 Menempatkan Lapisan Tanah	56
Gambar 3-15 Parameter Lapisan Tanah Pondasi.....	56
Gambar 3-16 Model Geometri Tanah Permukaan Pada Masonry Wall	56
Gambar 3-17 Model Geometri Tanah Permukaan Pada MSE Wall	56
Gambar 3-18 Kedalaman Muka Air Tanah Pada Masonry Wall	57
Gambar 3-19 Kedalaman Muka Air Tanah Pada MSE Wall	57
Gambar 3-20 Pembebanan Merata.....	58
Gambar 3-21 Pembebanan Strip	58
Gambar 3-22 Model Pembenaman Dinding Pada Masonry Wall.....	59
Gambar 3-23 Model Pembenaman Dinding Pada MSE Wall.....	59
Gambar 3-24 Aplikasi Gaya	59
Gambar 3-25 Pengaturan Analisis	60
Gambar 3-26 Verifikasi Pemodelan.....	60
Gambar 3-27 Mengecek Dimensi Pemodelan	60
Gambar 3-28 Mengecek Daya Dukung Pondasi.....	60
Gambar 3-29 Mengecek Geser Pada Perkuatan.....	61
Gambar 3-30 Mengecek Stabilitas Internal.....	62
Gambar 3-31 Mengecek Stabilitas Global	62
Gambar 3-32 Mengecek Stabilitas Keseluruhan.....	62
Gambar 4-1 Elevasi dan Parameter Tanah DPT	62
Gambar 4-2 Perencanaan Desain DPT.....	64
Gambar 4-3 Sketsa DPT Segmental Tanpa Perkuatan.....	66
Gambar 4-4 Pemodelan DPT Segmental Tanpa Perkuatan Pada Geo5.....	66
Gambar 4-5 Bidang Longsor Dinding Penahan Tanah Segmental Dengan Perkuatan.....	68

Gambar 4-6 Sketsa DPT Segmental Dengan Perkuatan	70
Gambar 4-7 Pemodelan DPT Segmental Dengan Perkuatan Pada Geo5	70
Gambar 4-8 Sketsa DPT Segmental Dengan Perkuatan dan Pembebanan Merata	75
Gambar 4-9 Pemodelan DPT Segmental Dengan Perkuatan dan Beban Merata..	75
Gambar 4-10 Pemodelan DPT Segmental Dengan Perkuatan dan Beban <i>Strip</i> ...	82
Gambar 4-11 Faktor Keamanan Metode NCMA DPT Segmental Tanpa Perkuatan	88
Gambar 4-12 Faktor Keamanan Metode AASHTO DPT Segmental Tanpa Perkuatan.....	88
Gambar 4-13 Faktor Keamanan Metode NCMA DPT Segmental Dengan Variasi Jarak Perkuatan	90
Gambar 4-14 Faktor Keamanan Metode AASHTO DPT Segmental Dengan Variasi Jarak Perkuatan.....	90
Gambar 4-15 Faktor Keamanan Metode NCMA DPT Segmental Dengan Perkuatan dan Variasi Besar Beban Merata.....	92
Gambar 4-16 Faktor Keamanan Metode AASHTO DPT Segmental Dengan Perkuatan dan Variasi Besar Beban Merata.....	92
Gambar 4-17 Faktor Keamanan Metode NCMA DPT Segmental Dengan Perkuatan dan Variasi Besar Beban <i>Strip</i>	92
Gambar 4-18 Faktor Keamanan Metode AASHTO DPT Segmental Dengan Perkuatan dan Variasi Besar Beban <i>Strip</i>	94

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Persyaratan Kuat Tekan dan Penyerapan	9
Tabel 2-2 Kedalaman Minimum Pembenaman Dinding Metode NCMA	18
Tabel 2-3 Kedalaman Minimum Pembenaman Dinding Metode AASHTO	15
Tabel 2-4 Nilai – Nilai Kisaran Koefisien Tekanan Tanah Lateral	18
Tabel 2-5 Faktor Kedalaman, Bentuk, Kemiringan Dasar, Kemiringan Permukaan, dan Kemiringan Beban Persamaan Daya Dukung Hansen	24
Tabel 2-6 Faktor – Faktor Kapasitas Daya Dukung Hansen.....	25
Tabel 2-7 Faktor Tahanan untuk Tahanan Geoteknik Dari Pondasi Dangkal Pada Kedudukan Kuat Batas.....	27
Tabel 2-8 Faktor Beban dan Faktor Tahanan dari Desain LRFD AASHTO	30
Tabel 2-9 Hubungan N dengan Kerapatan Relatif (D_r) Tanah Pasir (Terzaghi dan Peck, 1948).....	30
Tabel 2-10 Hubungan N dengan Konsistensi untuk Tanah Lempung Jenuh (Terzaghi dan Peck, 1948)	30
Tabel 2-11 Nilai Berat Isi Tanah (γ) Untuk Tanah Kohesif.....	41
Tabel 2-12 Nilai Berat Isi Tanah Jenuh Untuk Tanah Kohesif (Hunt, 1986).....	41
Tabel 2-13 Nilai Berat Isi Tanah (γ) Untuk Tanah <i>Cohesionless</i>	41
Tabel 2-14 Nilai Berat Isi Tanah Basah (γ_{wet}) Untuk Tanah <i>Cohesionless</i> (Bowles, 1997)	41
Tabel 2-15 Gradasi Untuk Tanah Pada Perkuatan Tanah Rekomendasi NCMA .	44
Tabel 2-16 Gradasi Untuk Tanah Pada Perkuatan Tanah Rekomendasi AASHTO	44
Tabel 2-17 Faktor Tahanan untuk Dinding Penahan Tanah Permanen	44
Tabel 3-1 Deskripsi Tanah Titik Bor BH-1	48
Tabel 4-2 Hasil Perhitungan DPT Segmental dengan Jarak Perkuatan 0.2 m.....	71
Tabel 4-1 Hasil Perhitungan <i>Masonry Wall</i> dengan Ketinggian DPT = 5m	67
Tabel 4-2 Hasil Perhitungan DPT Segmental dengan Jarak Perkuatan 0.2 m.....	71
Tabel 4-3 Hasil Perhitungan DPT Segmental dengan Jarak Perkuatan 0.4 m.....	72
Tabel 4-4 Hasil Perhitungan DPT Segmental dengan Jarak Perkuatan 0.6 m.....	74
Tabel 4-5 Hasil Perhitungan DPT Segmental dengan Beban Merata 5 kN/m ²	76

Tabel 4-6 Hasil Perhitungan DPT Segmental dengan Beban Merata 10 kN/m ² ...	77
Tabel 4-7 Hasil Perhitungan DPT Segmental dengan Beban Merata 15 kN/m ² ...	78
Tabel 4-8 Hasil Perhitungan DPT Segmental dengan Beban Merata 20 kN/m ² ...	79
Tabel 4-9 Hasil Perhitungan DPT Segmental dengan Beban Merata 22.5 kN/m ²	80
Tabel 4-10 Hasil Perhitungan DPT Segmental dengan Beban <i>Strip</i> 10 kN/m ²	82
Tabel 4-11 Hasil Perhitungan DPT Segmental dengan Beban <i>Strip</i> 20 kN/m ²	83
Tabel 4-12 Hasil Perhitungan DPT Segmental dengan Beban <i>Strip</i> 27 kN/m ²	84
Tabel 4-13 Hasil Perhitungan DPT Segmental dan Beban <i>Strip</i> 32.5 kN/m ²	86
Tabel 4-14 Hasil Perhitungan DPT Segmental Tanpa Perkuatan	86
Tabel 4-15 Hasil Perhitungan DPT Segmental Dengan Variasi Perkuatan	89
Tabel 4-16 Hasil Perhitungan DPT Segmental Dengan Variasi Besar Beban Merata	91
Tabel 4-17 Hasil Perhitungan DPT Segmental Dengan Variasi Besar Beban <i>Strip</i>	93

DAFTAR NOTASI

c	Kohesi tanah
C_{ds}	Koefisien geser langsung
C_i	Koefisien interaksi
c_u	<i>Undrained cohesion</i>
e	Eksentrisitas
F_{GL}	Faktor keamanan penggulingan
F_{GS}	Faktor keamanan penggeseran
F_{DT}	Faktor keamanan daya dukung tanah
F_P	Faktor keamanan putus perkuatan
F_C	Faktor keamanan cabut perkuatan
H_{emb}	Tinggi pembenaman dinding
K_a	Koefisien tekanan tanah aktif
N_c, N_q, N_γ	Faktor – faktor kapasitas daya dukung
q	Beban terbagi rata
q_s	Beban <i>strip</i>
q_u	Daya dukung ultimit
R_c	Rasio cakupan perkuatan
S_v	Jarak vertikal perkuatan
T_{al}	Kuat desain perkuatan
T_{max}	Beban yang diterima perkuatan
W_u	Lebar unit blok beton segmental
δ	Sudut gesek antara dinding dan tanah
ϕ	Sudut geser dalam
γ	Berat isi tanah
γ_R	Berat volume tanah yang diperkuat
γ_{sat}	Berat isi jenuh
γ_w	Berat isi air
σ_h	Tekanan tanah horizontal
σ_{hc}	Tegangan horizontal rata-rata pada lipatan perkuatan

σ_v	Tegangan vertikal
ω	Kemiringan dinding

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN L. 1 DATA BORING LOG DAN DATA LABORATORIUM.....	98
LAMPIRAN L. 2 ASTM C 1372.....	99
LAMPIRAN L. 3 SPESIFIKASI GEOTEKSTIL.....	100
LAMPIRAN L. 4 HASIL PERHITUNGAN PROGRAM GEO5	101