

**PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH TIPE
KANTILEVER PADA KM 10+150 RUAS JALAN BIL-MANDALIKA**

*DESIGN OF CANTILEVER TYPE RETAINING WALL ON THE KM
10+50 OF BIL-MANDALIKA ROAD SECTION*

Artikel Ilmiah

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 Jurusan Teknik Sipil



Oleh:

AYUK OVI YANTI

F1A 019 026

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MATARAM
2023**

ARTIKEL ILMIAH

**PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH TIPE KANTILEVER PADA KM
10+150 RUAS JALAN BIL-MANDALIKA**

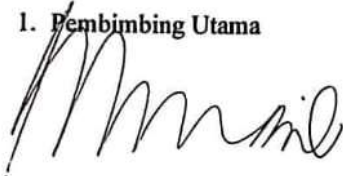
*A DESIGN OF CANTILEVER TYPE RETAINING WALL ON THE KM 10+50 OF BIL-
MANDALIKA ROAD SECTION*

Oleh:

**AYUK OVI YANTI
F1A 019 026**

Telah diperiksa dan disetujui oleh:


1. Pembimbing Utama



Ir. Ismail Hoesain M., MT.
NIP. 19650717 199403 1 001

Tanggal: Juli 2023

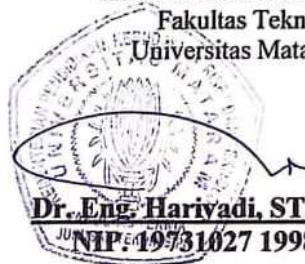
2. Pembimbing Pendamping



I Nyoman Merdana, ST., MT.
NIP. 19680913 199703 1 001

Tanggal: ²⁶Juli 2023

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Mataram



Dr. Eng. Hariyadi, ST., MSc(Eng).
NIP. 19731027 199802 1 001

ARTIKEL ILMIAH
PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH TIPE KANTILEVER PADA
KM 10+150 RUAS JALAN BIL-MANDALIKA

Oleh:
AYUK OVI YANTI
F1A 019 026

Telah diujikan di depan Tim Penguji
Pada tanggal, Juli 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat derajat Sarjana S-1

Susunan Tim Penguji

1. Penguji I



Dr. Muhajirah, ST., MT.
NIP. 19730719 199903 2 002

Tanggal: Juli, 2023

2. Penguji II



Supario, ST., MT.
NIP. 19670814 199412 1 001

Tanggal: Juli, 2023

3. Penguji III



Tri Sulistyowati, ST., MT.
NIP. 19730202 199802 2 001

Tanggal: Juli, 2023

Mataram, Juli 2023
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Mataram



Muhamad Syamsu Iqbal, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19720222 199903 1 002

PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH TIPE KANTILEVER PADA KM 10+150 RUAS JALAN BIL-MANDALIKA

Ayuk Ovi Yanti¹, Ismail Hoesain M², I Nyoman Merdana²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Mataram

^{2,3}Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram

Email: ayukovi2@gmail.com

ABSTRAK

Dinding penahan tanah adalah salah satu jenis konstruksi yang berfungsi untuk menahan tanah agar tidak bergeser ataupun longsor. Seperti pada STA 1+150 ruas jalan BIL-Mandalika, terdapat timbunan tanah setinggi 6 m. Perencanaan ini bertujuan untuk menentukan dimensi dinding penahan tanah dengan menggunakan tipe kantilever

Tekanan tanah lateral hanya menggunakan teori Rankine yang ditinjau dengan dimensi berdasarkan SNI 8460-2017 dan *Trial and error* untuk metode manual dan dengan menggunakan *software Geo5*. Hasil analisis yang diperoleh berupa stabilitas geser, guling dan daya dukung terhadap kondisi gempa dan tanpa gempa.

Dari hasil analisa diperoleh dimensi dinding penahan tanah yakni, tinggi (H) = 10 m, lebar dasar fondasi (B) = 7,5 m, lebar atas dinding (a) = 0,3 m, tebal plat fondasi (D) = 1 m, kedalaman fondasi = 4 m, bagian ujung kaki (toe) = 1 m, bagian tumit (heel) = 5 m. Untuk kondisi tanpa gempa, diperoleh stabilitas terhadap guling ($6,2 \geq 1,5$), geser ($1,5 \geq 1,5$) dan daya dukung tanah ($2,7 \geq 2$). Untuk kondisi dengan gempa, diperoleh stabilitas terhadap guling ($2,8 \geq 1,1$), geser ($1,2 \geq 1,1$) dan daya dukung tanah ($1,4 \geq 1,1$). Berdasarkan *software Geo5* untuk kondisi dengan gempa, diperoleh stabilitas terhadap guling ($3,12 \geq 1,1$) dan geser ($2,63 \geq 1,1$).

Kuat tekan beton (f'_c) = 25 MPa, kuat tarik baja (f_y) = 400 MPa, diameter tulangan utama yang digunakan adalah D25-250 dan D25-150 untuk bagian dinding dan D25-100 untuk bagian plat fondasi. Tulangan susut diperoleh diameter D12-100.

Kata kunci: Timbunan, Dinding Kantilever, Gempa, Software Geo5, Beton.

ABSTRACT

Retaining wall is one type of construction that serves to hold the soil so as not to shift or landslide. As in STA 1+150 of the BIL-Mandalika road section, there is a 6 m high soil embankment. This planning aims to determine the dimension of retaining walls, ground by using type cantilever

Lateral earth pressure only uses Rankine's theory reviewed with dimensions based on SNI 8460-1017, Trial and error method for manual method and with using Geo5 software. The results of the analysis obtained are the stability of shear, overturning and bearing capacity against the effects of earthquakes and without earthquakes.

From the results of the analysis obtained the dimensions of the retaining wall, namely, height (H) = 10 m, foundation base width (B) = 7,5 m, wall top width (a) = 0,3 m, foundation plate thickness (D) = 1 m, foundation depth = 4 m, toe = 1 m, heel = 5 m. For conditions without earthquake, stability against overturning ($6,2 \geq 1,5$), shear ($1,5 \geq 1,5$) and soil bearing capacity ($2,7 \geq 2$). For conditions with earthquake, stability against overturning ($2,8 \geq 1,1$), shear ($1,2 \geq 1,1$) and soil bearing capacity ($1,4 \geq 1,1$). Based on Geo5 software for conditions with earthquakes earned stability against overturning, ($3,12 \geq 1,1$) and shear ($2,63 \geq 1,1$).

Concrete compressive strength (f'_c)=25 MPa, tensile strength of steel (f_y)=400 MPa, diameter of reinforcement the main ones used are D25-250 and D25-150 for the walls and D25-100 yatyk section of the foundation plate. Shrinkage reinforcement obtained diameter D12-100.

Keywords: Embankment, Cantilever Wall, Earthquake, Geo5 Software, Concrete.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Mandalika merupakan Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) yang telah ditetapkan melalui Peraturan Pemerintah Nomor 52 Tahun 2014 untuk menjadi KEK Pariwisata. Terletak di bagian Selatan Pulau Lombok, tepatnya di Kabupaten Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat. Terdapat banyak sekali destinasi wisata mulai dari pantai, laut, bukit, dan yang paling mendunia yakni sirkuit mandalika. Dimana Sirkuit Mandalika ini menjadi tuan rumah dalam ajang kejuaraan balap motor internasional yakni MotoGP pada bulan Maret Tahun 2022. Pada pergelaran MotoGP tersebut perlu dibangun berbagai macam fasilitas penunjang, salah satunya yakni akses jalan menuju Sirkuit Mandalika. Oleh karena itu, dibangunlah jalan By Pass BIL Mandalika yang dibangun dari Bandara Internasional Lombok hingga ke Kawasan Mandalika untuk mempercepat waktu tempuh wisatawan yang ingin mengunjungi kawasan Mandalika.

Kondisi topografi tanah yang tidak rata dan terdapat banyak bukit pada ruas jalan By Pass BIL Mandalika mengharuskan adanya galian dan timbunan dalam proses pembangunannya. Pada KM 10+150 Ruas jalan By Pass BIL Mandalika terdapat timbunan tanah setinggi 6 m, sehingga membutuhkan perkuataan dinding penahan tanah untuk mencegah terjadinya longsor. Dinding penahan tanah adalah salah satu jenis konstruksi yang berfungsi untuk menahan tanah agar tidak bergeser ataupun longsor, seperti pada area parkir, tepi lereng, sungai, ruas jalan, dan lain sebagainya. Menurut Hardiyatmo (2014), tipe dinding penahan tanah dibagi menjadi 6 yang terdiri dari dinding gravitasi, dinding semi gravitasi, dinding kantilever, dinding *counterfort*, dinding krib, dan dinding tanah betulang. Pada kondisi *existing* di lapangan sudah terdapat dinding penahan tanah dengan tipe *counterfort*. Sebagai alternatif lainnya dicoba menggunakan tipe dinding penahan tanah kantilever, untuk mengetahui dimensi dinding penahan tanah apabila menggunakan tipe kantilever pada timbunan tanah setinggi 6 m di lokasi tersebut.

Saat ini terdapat banyak sekali program bantu *software* yang digunakan untuk mempermudah, mempercepat proses perencanaan desain dinding penahan tanah dengan hasil yang akurat, salah satunya yakni *Geo5*. *Geo5* adalah rangkaian perangkat lunak komprehensif yang memberikan solusi untuk survei geologi hingga desain geoteknik tingkat lanjut, sehingga *software Geo5* ini sudah banyak digunakan para ahli geoteknik. *Software Geo5* dikhususkan untuk menghitung dan menganalisis masalah-masalah yang berkaitan

dengan pekerjaan tanah, misalnya pekerjaan pemancangan, dinding penahan tanah, menganalisis penurunan tanah, menganalisis stabilitas lereng, dan lain sebagainya. Kegunaan dari program *Geo 5* adalah dapat memberikan informasi mengenai stabilitas dinding penahan tanah dalam menahan bahaya guling, geser, dan keruntuhan daya dukung akibat tekanan yang dihasilkan oleh tanah. Oleh karena itu, dalam analisis ini digunakan juga *software Geo5* untuk membantu mempermudah dalam analisis stabilitas perkuatan dinding penahan tanah.

Berdasarkan penelitian dari Fahriani (2016), menyatakan bahwa meningkatnya ketinggian tanah timbunan mengakibatkan menurunnya angka keamanan lereng, ini terjadi karena adanya penambahan beban akibat bertambahnya ketinggian timbunan yang harus ditahan oleh tanah asli. Penelitian dari Ardiansyah (2018), menyatakan bahwa faktor aman untuk stabilitas geser, guling, dan daya dukung tanah dengan menggunakan metode Rankine dan Coulomb lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan *software Geo5*. Penelitian dari Tjhan (2019), menyatakan bahwa pengaruh beban gempa mengakibatkan tekanan tanah yang terjadi menjadi lebih besar.

Kebaruan dalam analisis ini adalah penambahan perhitungan tulangan beton dan pengaruh terhadap beban gempa pada timbunan ruas jalan BIL–Mandalika, oleh karena itu dapat dilakukan analisis dengan judul “*Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever pada KM 10+150 Ruas Jalan BIL-Mandalika*”.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana dimensi dinding penahan tanah pada KM 10+150 ruas jalan Bil-Mandalika dengan menggunakan tipe kantilever?
2. Bagaimana perhitungan stabilitas dinding penahan tanah terhadap geser, guling, dan daya dukung tanah?
3. Bagaimana perencanaan dinding penahan tanah dengan menggunakan *software Geo5*?
4. Bagaimana perhitungan dimensi tulangan dinding penahan tanah yang dibutuhkan?

Batasan Masalah

1. Perencanaan dinding penahan tanah Proyek Pembangunan Ruas Jalan BIL Mandalika hanya terbatas pada KM 10+150.
2. Tidak membahas volume galian dan timbunan.
3. Perhitungan stabilitas dinding penahan tanah secara manual dan menggunakan *software Geo5*.
4. Tekanan tanah aktif dan pasif hanya menggunakan teori Rankine.

5. Stabilitas daya dukung tanah hanya menggunakan teori Terzaghi.
6. Analisis stabilitas menggunakan *software Geo5* hanya untuk stabilitas geser dan guling.

Tujuan Perencanaan

1. Untuk mengetahui dimensi dinding penahan tanah tipe kantilever pada jalan By Pass BIL Mandalika.
2. Untuk mengetahui perhitungan stabilitas dinding penahan tanah terhadap geser, guling, dan daya dukung tanah.
3. Untuk mengetahui hasil perencanaan dengan menggunakan *software Geo5*.
4. Untuk mengetahui dimensi tulangan dinding penahan tanah yang dibutuhkan.

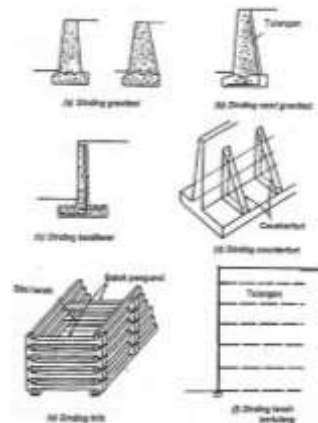
Manfaat Perencanaan

1. Memberikan informasi mengenai perencanaan dinding penahan tanah pada ruas jalan dengan menggunakan dinding penahan tanah tipe kantilever.
2. Menambah pengetahuan mengenai analisis stabilitas perkuatan dinding penahan tanah menggunakan metode manual dan *software Geo5*.
3. Memberikan informasi mengenai desain penulangan pada dinding penahan tanah.
4. Dapat dijadikan sebagai acuan para peneliti dalam mengembangkan penelitian yang berhubungan dengan dinding penahan tanah.

LANDASAN TEORI

Dinding penahan tanah adalah salah satu jenis konstruksi yang berfungsi untuk menahan tanah agar tidak bergeser ataupun longsor, seperti pada area parkir, tepi lereng, sungai, ruas jalan, dan lain sebagainya. Hardiyatmo (2014), membagi beberapa tipe dinding penahan tanah, antara lain sebagai berikut:

1. Dinding gravitasi.
2. Dinding semi gravitasi.
3. Dinding kantilever.
4. Dinding *counterfort*.
5. Dinding krib.
6. Dinding tanah bertulang.



Gambar 1 Tipe-tipe dinding penahan tanah
(Sumber: Hardiyatmo, 2014)

Tekanan tanah lateral adalah gaya yang timbul akibat adanya dorongan pada bidang horizontal dari tanah yang di tahan oleh struktur dinding penahan tanah. Tekanan tanah lateral terdiri dari tekanan tanah saat diam, aktif dan pasif.

Teori Rankine (1857) dalam analisis tekanan tanah lateral dilakukan dengan asumsi-asumsi sebagai berikut:

1. Tanah dalam kedudukan keseimbangan plastis, yaitu sembarang elemen tanah dalam kondisi tepat akan runtuh.
2. Tanah urug tidak berkohesi ($c = 0$).
3. Gesekan antara dinding dan tanah urug diabaikan atau permukaan dinding dianggap licin sempurna ($\delta = 0$).

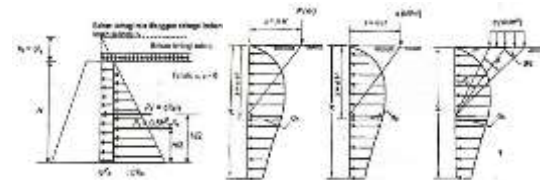
Koefisien tekanan tanah aktif:

$$K_a = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} = \text{tg}^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right)$$

Koefisien tekanan tanah pasif:

$$K_p = \frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} = \text{tg}^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right)$$

Pengaruh beban diatas tanah timbunan terdiri dari beban terbagi rata, beban titik, beban garis, dan beban terbagi rata memanjang, seperti yang ditunjukkan Gambar 2 dibawah ini:



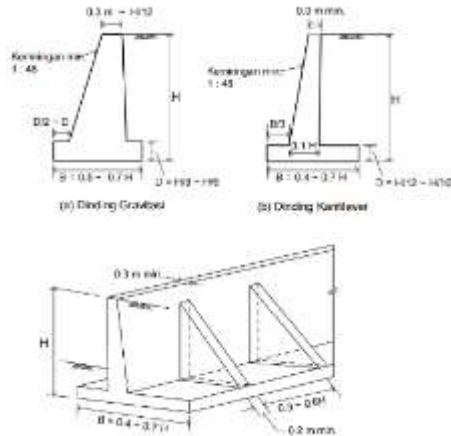
Gambar 2 Pengaruh beban diatas tanah timbunan
(Sumber: Hardiyatmo, 2014)

Tekanan tanah lateral akibat gempa tersebut dihitung dengan menggunakan koefisien tekanan tanah aktif dan pasif persamaan Mononobe (1929) dan Okabe (1924). Perhitungan tegangan lateral tanah akibat gempa teori Mononobe-Okabe adalah sebagai berikut:

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\varphi - \theta - \beta)}{\cos \theta \cos^2 \beta \cos(\delta + \theta + \beta) \left(1 + \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \theta - \beta)}{\cos(\delta + \beta + \theta) \cos(\beta - \theta)} \right)^2} \quad (2.25)$$

$$P_{AE} = \frac{1}{2} \gamma H^2 (1 - K_v) K_{AE}$$

Estimasi dimensi awal untuk perencanaan dimensi dinding penahan tanah dapat digunakan seperti pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3 Estimasi awal dimensi dinding penahan tanah.
(Sumber, SNI-8460:2017)

Stabilitas terhadap Penggeseran.

$$F_{gs} = \frac{\Sigma R_h + \Sigma P_p}{\Sigma P_a} \geq 1,5$$

dengan,

F_{gs} = Faktor aman terhadap penggeseran.

ΣR_h = Tahanan dinding penahan tanah terhadap penggeseran.

ΣP_p = Jumlah gaya tekanan tanah pasif (kN).

ΣP_a = Jumlah gaya tekanan tanah aktif (kN).

Stabilitas terhadap Penggulingan.

$$F_{gl} = \frac{\Sigma M_w + \Sigma M_p}{\Sigma M_a} \geq 1,5$$

dengan,

F_{gl} = Faktor aman terhadap penggulingan.

ΣM_w = Momen yang melawan penggulingan (kN.m)

ΣM_p = Momen tekanan tanah pasif (kN.m)

ΣM_a = Momen tekanan tanah aktif (kN.m)

Stabilitas terhadap Keruntuhan Kapasitas Dukung Tanah.

Analisis Terzaghi.

$$q_u = cN_c + p_o N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma$$

Karena $p_o = D_f \gamma$, persamaan diatas dapat dinyatakan pula dengan:

$$q_u = cN_c + (D_f \gamma) N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma$$

dengan,

q_u = Kapasitas dukung ultimit untuk fondasi memanjang (kN/m²).

c = Kohesi (kN/m²).

D_f = Kedalaman fondasi (m).

B = Lebar dasar fondasi sebenarnya (m)

γ = Berat volume tanah (kN/m).

$p_o = D_f \gamma$ = Tekanan *overburden* pada dasar fondasi (kN/m²).

N_c , N_q , N_γ = Faktor kapasitas dukung Terzaghi (kN/m³).

Tulangan Lentur

Tulangan lentur atau tulangan utama berfungsi untuk menahan beban momen lentur yang terjadi pada plat. Pada tulangan lentur biasanya menggunakan tulangan ulir yang mempunyai tegangan leleh (f_y) minimal 300 MPa dengan ukuran $\emptyset 10$, $\emptyset 13$, $\emptyset 16$, $\emptyset 19$, $\emptyset 22$, $\emptyset 25$, $\emptyset 29$, $\emptyset 32$ dan $\emptyset 36$.

Tulangan Geser

Tulangan geser berfungsi untuk menahan beban gaya geser. Untuk tulangan geser menggunakan tulangan polos dengan tegangan leleh (f_y) minimal 240 MPa dengan ukuran $\emptyset 6$, $\emptyset 8$, $\emptyset 10$, $\emptyset 12$, $\emptyset 14$ dan $\emptyset 16$.

METODE PERENCANAAN

Lokasi Perencanaan

Lokasi penelitian ini terletak di ruas jalan By Pass BIL Mandalika tepatnya pada KM 10+150 Desa Pengangat, Kecamatan Pujut, Kabupaten Lombok Tengah, NTB seperti yang ditunjukkan dalam **Gambar 4**.



Gambar 4 Lokasi perencanaan dinding penahan tanah.

(Sumber: Google Eart, 2023)

Data Perencanaan

Data yang digunakan pada perencanaan ini adalah data sekunder proyek jalan By Pass BIL-Mandalika, berupa data sebagai berikut:

Data parameter Tanah

Data tanah timbunan yang digunakan adalah hasil uji Laboratorium Balai Pengujian Material Konstruksi Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Provinsi Nusa Tenggara Barat. Dan untuk data tanah asli yang digunakan adalah hasil uji Laborototium Geoteknik dan Mekanika Tanah,

Fakultas Teknik–Universitas Mataram. Hasil pengujian parameter tanah diperlihatkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1 Hasil pengujian parameter tanah

Parameter	Tanah Timbunan	Tanah Asli
Berat Isi, γ (kN/m ³)	18,547	16,67
Kadar Air, W (%)	14	35,17
Berat Jenis	2,563	2,67
Batas Cair, LL (%)	28	66,2
Batas Plastis, PL (%)	13,38	35,49
Indeks Plastisitas, IP (%)	14,63	30,71
Sudut Geser, ϕ (°)	30,96	13,69
Kohesi, C (kN/m ²)	7,84	8,53

(Sumber: PT Nindya dan Laboratorium Geoteknik Universitas Mataram, 2020)

Data Beban Lalu Lintas

Pada permukaan tanah timbunan perencanaan ini, direncanakan beban di luar jalan, untuk kelas jalan I. Ruas jalan direncanakan akan digunakan sebagai tempat parkir kendaraan. Sehingga berdasarkan **Tabel 2**, beban lalu lintas yang bekerja pada ruas jalan BIL - Mandalika adalah sebesar 10 kN/m².

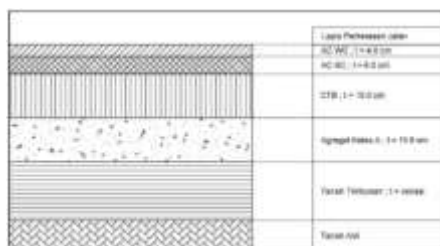
Tabel 2 Beban lalu lintas berdasarkan fungsi jalan

Kelas Jalan	Beban lalu lintas (kPa)	Beban di luar jalan ¹⁾ (kPa)
I	15	10
II	12	10
III	12	10

(Sumber: SNI 8460-2017)

Data Beban Perkerasan

Besarnya beban perkerasan jalan diperoleh dari ketebalan setiap lapis perkerasan penyusun aspal dan berat volume dari masing-masing lapis perkerasan tersebut. Ketebalan setiap lapis perkerasan diperlihatkan pada **Gambar 5** dan berat volume nya diperlihatkan pada **Tabel 3**.



Gambar 5 Lapis perkerasan ruas jalan BIL - Mandalika

(Sumber: PT Maha Charisma Adiguna dan PT Perdana Surya Konsultan, 2020)

Tabel 3 Berat volume lapis perkerasan jalan BIL – Mandalika.

Lapis Perkerasan	Tebal (m)	Berat Volume (kN/m ³)
AC-WC	0,04	23
AC-BC	0,06	23
CTB	0,15	22
Agregat Kelas A	0,15	18,5

(Sumber: PT Maha Charisma Adiguna dan PT Perdana Surya Konsultan, 2020)

Data Beban Gempa

Besarnya beban gempa statik ekuivalen bergantung pada lokasi wilayah pemasangan dinding penahan. Pemasangan dinding penahan tanah berlokasi di Kabupaten Lombok Tengah Provinsi Nusa Tenggara Barat. Lokasi pemasangan termasuk dalam klasifikasi kelas situs tanah sedang (SD), berdasarkan data hasil borlog berikut:

Tabel 4 Hasil klasifikasi tanah berdasarkan nilai N(SPT).

No	Kedalaman	t(m)	N(SPT)	N=t/N
1	0-2	2	10	0,20
2	2-4	2	24	0,08
3	4-6	2	30	0,07
4	6-8	2	30	0,07
5	8-10	2	35	0,06
6	10-12	2	37	0,05
7	12-14	2	40	0,05
8	14-16	2	80	0,03
9	16-18	2	80	0,03
10	18-20	2	49	0,04
11	20-22	2	47	0,04
12	22-24	2	52	0,04
13	24-26	2	80	0,03
14	26-28	2	80	0,03
15	28-30	2	80	0,03
JUMLAH		30		0,82

$$N = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{t_i}{N}\right)}$$

$$= \frac{30}{0,82}$$

$$= 36,38 \text{ (Tanah Sedang)}$$

Data yang digunakan untuk situs tanah sedang adalah:

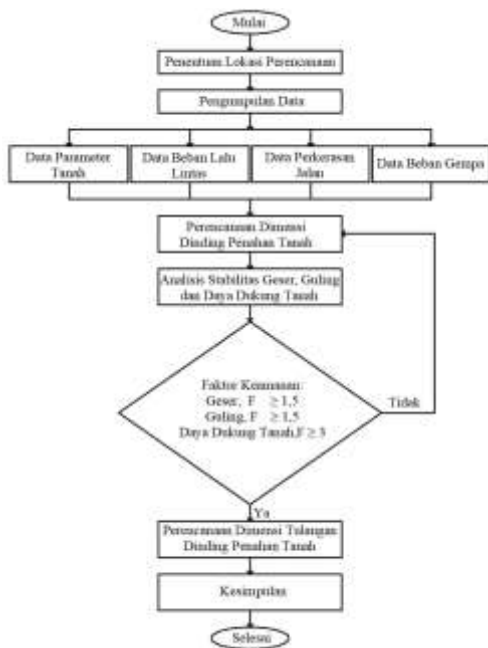
$$PGA = 0,35, SS = 0,65, F_{PGA} = 1,15, \delta = 0^\circ, \beta = 0^\circ, i = 0^\circ.$$



Gambar 6 Potongan melintang lokasi perencanaan

(Sumber: PT ADHI KARYA, 2019)

Bagan Alir Perencanaan

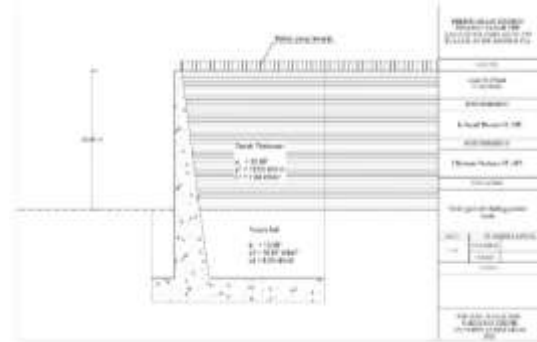


Gambar 7 Bagan alir analisis secara manual.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Model Geometri Dinding Penahan Tanah

Penggambaran model geometri dinding penahan tanah bertujuan untuk memperlihatkan ketebalan lapisan tanah, parameter tanah di setiap lapisan, dan beban-beban yang bekerja. Model geometri dapat dilihat pada **Gambar 8**.



Gambar 8 Model geometri dinding penahan tanah.

Analisa Pembebanan yang Bekerja pada Dinding Penahan Tanah

a. Beban yang bekerja diatas tanah timbunan.

Beban di atas tanah timbunan dianggap sebagai beban merata berupa beban alat berat yang digunakan pada saat proses pengecoran beton diasumsikan sebesar 10 kN/m².

b. Beban Gempa

Beban gempa yang bekerja pada dinding penahan tanah dianggap sebagai beban tekanan tanah aktif yang dipengaruhi oleh berat jenis tanah, ketinggian tanah yang ditahan dan koefisien tekanan tanah. Perhitungan tekanan tanah menggunakan koefisien tekanan tanah aktif teori Momonobe-Okabe dengan perhitungan sebagai berikut:

Diketahui:

- $PGA = 0,35$
- $SS = 0,65$
- $F_{PGA} = 1,15$
- $\delta = 0^\circ$
- $\beta = 0^\circ$
- $i = 0^\circ$

Percepatan tanah puncak (PGA_M)

$$PGA_M = F_{PGA} \cdot PGA = 1,15 \times 0,35 = 0,4$$

Koefisien percepatan horizontal dan vertikal (K_h) dan (K_v)

$$K_h = 0,5 \times PGA_M = 0,5 \times 0,4 = 0,2$$

$$K_v = 0$$

$$\theta = \tan^{-1}(K_h / (1 - K_v)) = \tan^{-1}(0,24 / (1 - 0)) = 13,5^\circ$$

Koefisien tekanan tanah aktif akibat gempa pada tanah timbunan, (Kae_1):

$$Kae_1 = \frac{\cos^2(\varphi - \theta - \beta)}{\cos \theta \cos^2 \beta \cos(\delta + \theta + \beta) \left(1 + \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \theta - i)}{\cos(\delta + \beta + \theta) \cos(i - \beta)}\right)^2} = 0,48$$

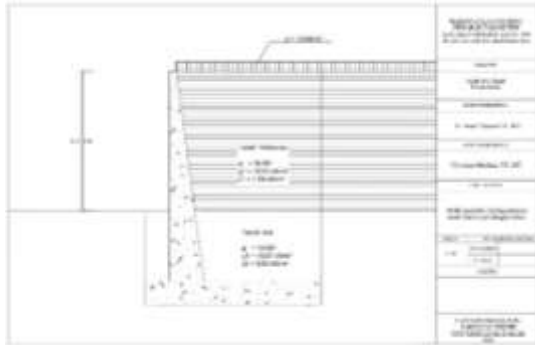
Koefisien tekanan tanah aktif akibat gempa pada tanah asli, (Kae_1):

$$\varphi = 13,69^\circ$$

$$K_{ae2} = \frac{\cos^2(\varphi - \theta - \beta)}{\cos \theta \cos^2 \beta \cos(\delta + \theta + \beta) \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \theta - \beta)}{\cos(\delta + \beta + \theta) \cos(\beta - \theta)}} \right)^2} = 0,99$$

Model geometri dinding penahan tanah setelah perhitungan beban

Bentuk model geometri dinding penahan tanah setelah dilakukan perhitungan beban yang berpengaruh diperlihatkan pada **Gambar 9**.



Gambar 9 Model geometri dinding penahan tanah setelah perhitungan beban.

Analisa Koefisien Tekanan Tanah

Koefisien tekanan tanah aktif

$$K_a = \tan^2(45 - \varphi/2)$$

Koefisien tekanan tanah pasif.

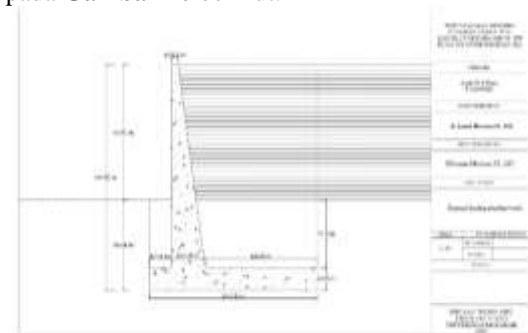
$$K_p = \tan^2(45 + \varphi/2)$$

Tabel 5 Hasil perhitungan koefisien tekanan tanah.

No	Jenis Tanah	φ	γ	c	K_a	K_p	K_{ae}
1	Tanah Timbunan	30,96	18,55	7,84	0,32	3,12	0,48
2	Tanah Asli	13,69	16,67	8,53	0,62	1,62	0,99

Perencanaan Dimensi Awal Berdasarkan *Trial and Error*.

Pada perencanaan ini diperoleh dimensi dinding penahan tanah seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 10** berikut:



Gambar 10 Dimensi dinding penahan tanah.

Kondisi beban gempa.

Diketahui:

$$q_1 = 10 \text{ kN/m}^2.$$

Perhitungan Tekanan Tanah

a. Tekanan Tanah Aktif

1. Akibat Gaya Gempa Lapisan Tanah Timbunan.

$$\begin{aligned} Pa_1 &= \frac{1}{2} \times (K_{AE1} \times \gamma_1 \times h_1) \times h_1 \\ &= 0,5 \times (0,48 \times 18,55 \times 6) \times 6 \\ &= 0,5 \times (53,42) \times 6 \\ &= 160,25 \text{ kN} \end{aligned}$$

2. Akibat Gaya Gempa Lapisan Tanah Asli

$$\begin{aligned} Pa_2 &= \frac{1}{2} \times (K_{AE2} \times \gamma_2 \times h_2) \times h_2 \\ &= 0,5 \times (0,99 \times 16,67 \times 4) \times 4 \\ &= 0,5 \times (66,01) \times 4 \\ &= 132,03 \text{ kN} \end{aligned}$$

3. Akibat Gaya Gempa Dinding Penahan Tanah

$$\begin{aligned} Pa_3 &= K_h \times W_1 \\ &= 0,2 \times 64,8 = 13,04 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pa_4 &= K_h \times W_2 \\ &= 0,2 \times 130 = 26,08 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pa_5 &= K_h \times W_3 \\ &= 0,2 \times 180 = 36,23 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pa_6 &= K_h \times W_4 \\ &= 0,2 \times 44,51 = 8,96 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pa_7 &= K_h \times W_5 \\ &= 0,2 \times 600,92 = 120,94 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pa_8 &= K_h \times W_6 \\ &= 0,2 \times 10 = 2,10 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pa_9 &= K_h \times W_7 \\ &= 0,2 \times 250,1 = 50,32 \text{ kN} \end{aligned}$$

4. Akibat pengaruh kohesi tanah

$$\begin{aligned} Pa_{10} &= -2c \times \sqrt{K_{a1}} \times h_1 \\ &= -2,00 \times 7,84 \times \sqrt{0,321} \times 6 \\ &= (-8,879) \times 6 \\ &= -53,27 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pa_{11} &= -2 \times \sqrt{K_{a2}} \times h_2 \\ &= -2 \times 8,53 \times \sqrt{0,617} \times 4 \\ &= (-13,4) \times 4 \\ &= -53,61 \text{ kN} \end{aligned}$$

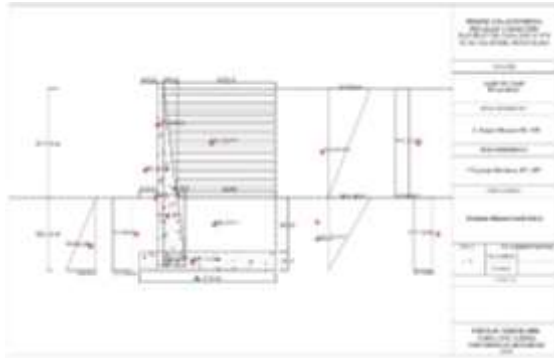
b. Tekanan Tanah Pasif

1. Akibat Beban Lapisan Tanah Asli

$$\begin{aligned} Pp_1 &= \frac{1}{2} \times (K_{PE} \times \gamma_2 \times h_2) \times h_2 \\ &= 0,5 \times (1,62 \times 16,67 \times 4) \times 4 \\ &= 0,5 \times (108) \times 4 \\ &= 216,1 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pp_2 &= 2C_2 \sqrt{Kp_2} \times h_2 \\ &= 2 \times 8,53 \times \sqrt{1,62} \times 4 \\ &= (21,71) \times 4 \\ &= 86,9 \text{ kN} \end{aligned}$$

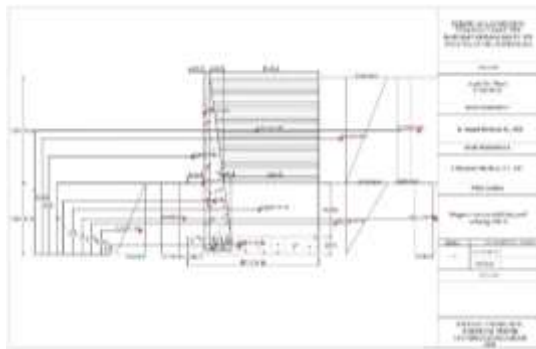
Berdasarkan hasil perhitungan tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif, diagram tekanan tanah lateral yang bekerja pada dinding penahan tanah dapat dilihat pada **Gambar 11**.



Gambar 11 Diagram tekanan tanah lateral.

Perhitungan momen terhadap titik O.

Besarnya momen yang bekerja pada dinding penahan tanah dihitung berdasarkan jarak antara titik tangkap gaya tekanan tanah dengan titik O kaki depan fondasi dinding penahan tanah. Diagram momen aktif dan momen pasif terhadap titik O ditunjukkan seperti pada **Gambar 12** berikut:



Gambar 12 Diagram momen aktif dan momen pasif terhadap titik O.

Tabel 6 Momen aktif dan momen pasif terhadap titik O

No	Tekanan tanah aktif	Jarak ke Titik O	Momen ke Titik O
Pa_1	160,25	6,53	1046,61
Pa_2	132,03	1,73	229,06
Pa_3	13,04	5,50	71,73
Pa_4	26,08	4,00	104,33
Pa_5	36,23	0,50	18,11
Pa_6	8,96	8,00	71,67
Pa_7	120,94	7,00	846,55
Pa_8	2,01	3,00	6,04
Pa_9	50,32	2,50	125,81
Pa_{10}	-53,27	7,00	-372,90
Pa_{11}	-53,61	2,00	-107,23

Berdasarkan tabel di atas diperoleh:

$$\Sigma P_a = 442,97 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_a = 2039,77 \text{ kNm}$$

Tabel 7 Momen pasif terhadap titik O

No	Tekanan tanah pasif	Jarak ke Titik O	Momen ke Titik O
Pp_1	216,1	1,33	288,1
Pp_2	86,9	2,00	173,7

Berdasarkan tabel di atas diperoleh:

$$\Sigma P_p = 302,9 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_p = 461,8 \text{ kNm}$$

Perhitungan Gaya Vertikal

Diketahui:

Berat Volume Beton = 24 kN/m^3

a. Berat Dinding Penahan Tanah

1. Berat Bidang 1

$$W1 = (a \times (H - D)) \times \text{berat vol. beton} \\ = (0,30 \times (10 - 1)) \times 24 = 64,80 \text{ kN}$$

2. Berat Bidang 2

$$W2 = \left(\frac{1}{2} \times C \times (H - D)\right) \times \text{berat vol. beton} \\ = (0,5 \times 1,2 \times (10 - 1)) \times 24 = 129,6 \text{ kN}$$

3. Berat Bidang 3

$$W3 = (B \times D) \times \text{berat vol. beton} \\ = (7,5 \times 1) \times 24 = 180 \text{ kN}$$

b. Berat Tanah Timbunan

4. Berat Bidang 4

$$W4 = \left(\frac{1}{2} \times J \times h_1\right) \times \gamma_1 \\ = (0,5 \times 0,8 \times 6) \times 18,55 = 44,51 \text{ kN}$$

5. Berat Bidang 5

$$W5 = (K \times h_1) \times \gamma_1 \\ = ((5 \times 0,4) \times 6) \times 18,55 = 600,92 \text{ kN}$$

c. Berat Tanah Asli

6. Berat Bidang 6

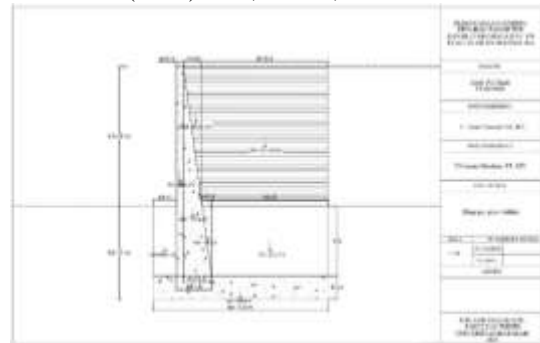
$$W6 = \left(\frac{1}{2} \times L \times f\right) \times \gamma_2 \\ = (0,5 \times 0,4 \times 3) \times 16,67 = 10 \text{ kN}$$

7. Berat Bidang 7

$$W7 = (b_2 \times f) \times \gamma_2 \\ = (5 \times 3) \times 16,67 = 250,1 \text{ kN}$$

8. Berat Bidang 8

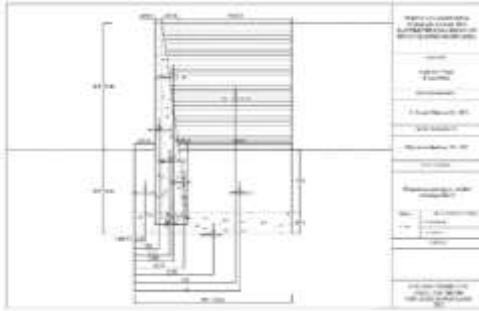
$$W8 = (b_1 \times f) \times \gamma_2 \\ = (1 \times 3) \times 16,67 = 50,01 \text{ kN}$$



Gambar 13 Diagram gaya vertikal.

Perhitungan momen terhadap titik O.

Besarnya momen yang bekerja pada dinding penahan tanah dihitung berdasarkan jarak antara titik tangkap gaya vertikal dengan titik O kaki depan fondasi dinding penahan tanah. Diagram momen gaya vertikal terhadap titik O ditunjukkan pada **Gambar 14**.



Gambar 14 Diagram momen gaya vertikal terhadap titik O.

Besarnya momen gaya vertikal yang bekerja diperlihatkan dalam **Tabel 6**.

Tabel 8 Momen gaya vertikal terhadap titik O

Bidang	Berat W (kN)	Jarak ke Titik O	Momen ke Titik O
I	64,80	1,15	74,52
II	129,60	1,70	220,32
III	180,00	3,75	675,00
IV	44,51	1,83	81,61
V	600,92	4,80	2884,43
VI	10,00	2,37	23,67
VII	250,05	5,00	1250,25
VIII	50,01	0,50	25,01

Berdasarkan tabel di atas diperoleh:

$$\Sigma W = 1329,9 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_w = 5234,8 \text{ kNm}$$

Stabilitas Terhadap Penggulingan

$$F_{gl} = \frac{\Sigma M_w + \Sigma M_p}{\Sigma M_a} \geq 1,1$$

$$= \frac{5234,8 + 461,8}{2039,8} = 2,8 \geq 1,1 \quad \text{OK}$$

Stabilitas Terhadap Penggeseran

$$F_{gs} = \frac{\Sigma R_h + P_p}{\Sigma P_a} \geq 1,1$$

Untuk tanah c-φ (φ > 0 dan c > 0):

$$\Sigma R_h = c_a B + W \text{ tg } \delta_b$$

$$= 5,69 \times 7,5 + 1330 \times 0,16$$

$$= 256 \text{ kN/m}$$

$$F_{gs} = \frac{256 + 302,9}{443} = 1,26 \geq 1,1 \quad \text{OK}$$

Stabilitas Terhadap Keruntuhan Daya Dukung Tanah

Persamaan Terzaghi

Diketahui:

$$\gamma = 16,67^\circ$$

Berdasarkan nilai-nilai faktor kapasitas dukung

Terzaghi untuk γ = 18,57°, diperoleh nilai keruntuhan geser sebagai berikut:

$$N_q = 3,48$$

$$N_c = 10,19$$

$$N_\gamma = 2,19$$

Kapasitas dukung ultimit:

$$q_u = cN_c + (D_f \gamma)N_q + 0,5\gamma_b B N_\gamma$$

$$= 8,53 \times 10,19 + (4 \times 16,67) \times 3,48 + 0,5 \times 16,67$$

$$\times 7,5 \times 2,19 = 456 \text{ kN/m}^2$$

$$x_e = \frac{(\Sigma M_w + \Sigma M_p) - \Sigma M_a}{\Sigma W}$$

$$= \frac{(5234,8 + 461,8) - 2039,8}{1330} = 2,75 \text{ m}$$

$$e = B/2 - x_e$$

$$= 7,5/2 - 2,75 = 1 \text{ m} > B/6 = 1,25 \text{ m}$$

Tekanan pada dasar dinding:

$$q = \frac{V}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right)$$

$$q_{max} = \frac{1329,9}{7,5} \left(1 + \frac{6 \times (1)}{7,5} \right) = 319,22 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{min} = \frac{1329,9}{7,5} \left(1 - \frac{6 \times (1)}{7,5} \right) = 35,42 \text{ kN/m}^2$$

Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas dukung didefinisikan sebagai berikut:

$$F = \frac{q_u}{q} \geq 3$$

$$= \frac{456}{319,2} = 1,4 > 1,1$$

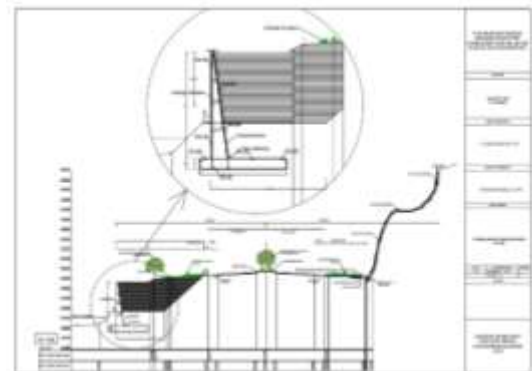
OK

Untuk perhitungan selanjutnya ditabelkan.

Tabel 9 Hasil analisis stabilitas metode manual

Stabilitas	SNI 8460-2017	Trial and Error	
	Tanpa gempa	Tanpa gempa	Dengan gempa
Guling	5,83	6,2	2,8
Geser	1,09	1,5	1,2
Daya dukung Tanah	3,21	2,7	1,4

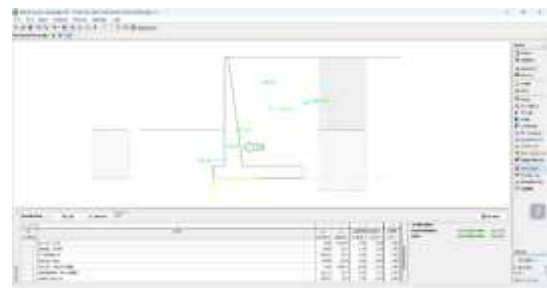
Berikut adalah gambar dari dinding penahan tanah pada kondisi *existing* potongan melintang:



Gambar 15 Dinding penahan tanah pada kondisi *existing*.

Stabilitas Guling dan Geser menggunakan Software Geo5

Stabilitas guling dan geser dinding penahan tanah pada *software Geo5* dapat dilihat pada bagian menu *verification* seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 16**.



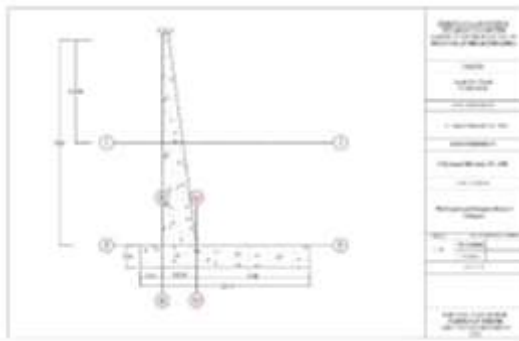


Gambar 16 Hasil menu verification

Jika sudah tertulis *satisfactory* maka stabilitas dinding penahan tanah sudah aman dan apabila tertulis NOT OK, maka dimensi dinding penahan tanah perlu diperbesar atau dapat juga dilakukan dengan menambahkan gaya tekanan tanah pasif.

Perhitungan Tulangan Dinding Penahan

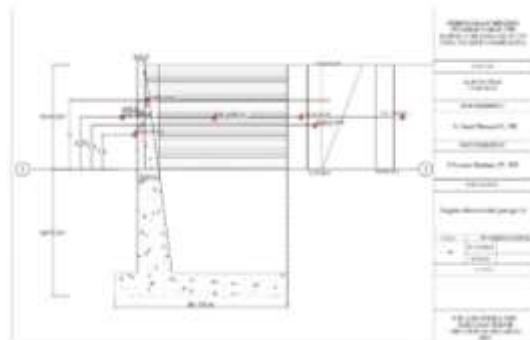
Perhitungan tulangan dinding penahan tanah dibagi menjadi empat bagian seperti pada Gambar 17 berikut:



Gambar 17 Pembagian perhitungan dimensi tulangan.

Tabel 10 Gaya geser dan momen

POTONGAN	V _u	M _u	T. dinding	T. efektif (d)
I - I	222,42	467,64	900,00	800,00
II - II	225,22	1439,6	1500,00	1400,00
III - III	226,29	116,30	1000,00	900,00
IV-IV	276,41	1085,14	1000,00	900,00



Gambar 18 Diagram tekanan untuk potongan I-I

Diketahui:

Kuat tekan beton (f'_c) : 25 MPa

Kuat tarik baja (f_y) : 400 MPa

Faktor reduksi (ϕ) : 0,9

Panjang (b) : 1000 mm

Tebal dinding : 900 mm

Selimit beton : 75 mm

Diameter tulangan : 25 mm

Perhitungan kebutuhan tulangan momen atau lentur adalah:

$$L. \text{ efektif } (d) = T. \text{ dinding} - \text{selimit beton} - D. \text{ tul} \\ = 900 - 75 - 25 = 800 \text{ mm.}$$

Perhitungan tulangan per meter panjang dinding penahan tanah:

$$\left(-\frac{1}{2} \cdot 0,85 \cdot f'_c \cdot b\right) a^2 + (0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d) a - \left(\frac{M_u}{\phi}\right) = 0 \\ \left(-\frac{1}{2} \cdot 0,85 \times 25 \times 1000\right) a^2 + (0,85 \times 25 \times 1000 \times 800) a \\ - \left(\frac{467,64 \times 10^6}{0,9}\right) = 0 \\ (-10625) a^2 + (17000000) a - (683669880,5) = 0 \\ ax^2 + bx + c = 0$$

didapatkan hasil:

$$a = -10625 \text{ mm}$$

$$b = 17000000 \text{ mm}$$

$$c = -519602072,57 \text{ mm}$$

$$a_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$a \\ = \frac{-17000000 \pm \sqrt{17000000^2 - 4(-10625 \times -519602072,5)}}{2 \times (-10625)}$$

$$a(+) = 31,17 \text{ mm}$$

$$a(-) = 1568,83 \text{ mm}$$

digunakan $a = 31,17 \text{ mm}$

Menghitung tinggi garis netral c:

$$\beta_1 = 0,85$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{31,17}{0,85} = 36,67 \text{ mm}$$

Menghitung besar regangan.

$$\epsilon_t = \frac{(d_t - c)}{c} \times 0,003 = \frac{800 - 36,67}{36,67} \times 0,003 \\ = 0,06$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot E_s = 0,06 \times 200000$$

$$= 12488,61 \text{ MPa} > 400 \text{ MPa}$$

Karena $f_s > f_y$, maka diambil nilai $f_y = 400 \text{ MPa}$

Luas tulangan aktual yang terpasang:

$$A_s = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b}{f_s}$$

$$A_s = \frac{0,85 \times 25 \times 31,17 \times 1000}{400} \\ = 1656,02 \text{ mm}^2$$

Rasio penulangan

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{1656,02}{1000 \times 800} \\ = 0,002 > 0,002 \quad \text{OK}$$

Batasan ρ_{min} menurut Pasal R11.6.1 adalah sebesar 0,002 sehingga rasio penulangan masih memenuhi.

Jumlah tulangan yang diperlukan:

$$n = \frac{A_s}{\frac{1}{4} \pi D^2} = \frac{1656,02}{0,25 \times 3,143 \times 25^2} = 3,37 = 4 \text{ buah.}$$

Jarak antar tulangan:

$$s = \frac{1000}{4} = 250 \text{ mm}$$

Momen nominal

$$M_n = A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right) \\ = 1656,02 \times 400 \times (800 - 15,6)$$

$$= 519602071,6 \text{ Nmm} = 519,6 \text{ kNm}$$

Memeriksa kapasitas balok

$$\phi M_n > M_u$$

$$0,9 \times 615,3 > 615,3$$

$$615,3 \text{ kNm} > 615,3 \text{ kNm} \quad \text{AMAN}$$

Sehingga tulangan lentur atau momen yang digunakan adalah D25-200.

Perhitungan kebutuhan tulangan geser adalah:

Kuat geser terfaktor

$$V_u = 244,01 \text{ kN}$$

Kuat geser beton adalah sebagai berikut:

$$\phi V_c = \phi \times \left(\frac{1}{6} \times \sqrt{f'_c} \times b \times d \right)$$

$$= 0,75 \times \left(\frac{1}{6} \times \sqrt{25} \times 1000 \times 800 \right)$$

$$= 500100 \text{ N} = 500,1 \text{ kN}$$

$$(\phi V_n = \phi V_c) > V_u$$

$$500,1 \text{ kN} > 244,01 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

Karena nilai $(\phi V_n = \phi V_c) > V_u$, maka dinding vertikal tidak memerlukan tulangan geser, hanya dipasang tulangan minimum saja.

Selain penulangan terhadap momen, digunakan juga tulangan memanjang yang berfungsi sebagai perangkai, untuk menambah integritas struktur, menambah cadangan kuat lentur arah memanjang fondasi dan juga sebagai tulangan susut dan pengaruh suhu. Tulangan ini dipasang tegak lurus terhadap tulangan utama. Besarnya tulangan susut dan suhu minimum menurut SNI 2847-2019 adalah sebagai berikut:
Dinding Vertikal:

Luas tulangan aktual yang terpasang:

$$A_s = 0,002 \times b \times h$$

$$= 0,002 \times 1000 \times 1500 = 3000 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang diperlukan:

$$n = \frac{A_s}{\frac{3 \times \sqrt[1]{4}}{\pi} D^2} = \frac{3000}{3 \times 0,25 \times 3,14 \times 25^2} = 8,84 = 9 \text{ buah.}$$

Jarak antar tulangan:

$$s = \frac{1000}{9} = 111 \text{ mm}$$

Sehingga tulangan susut yang digunakan adalah D12- 100.

Perhitungan selanjutnya ditabelkan.

Tabel 11 Hasil perhitungan kebutuhan tulangan susut dan momen.

Potongan	Tulangan Susut	Tulangan Momen
I - I	D12-100	D25-250
II - II	D12-100	D25-150
III - III	D12-100	D25-250
IV-IV	D12-100	D25-100

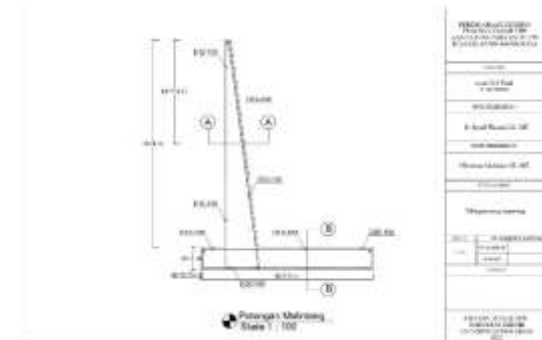
Untuk kemudahan saat pemasangan tulangan dilapangan, maka untuk jarak tulangan dibuat sama seperti **Tabel 12** berikut ini:

Tabel 12 Tulangan yang digunakan.

Potongan	Tulangan Susut	Tulangan Momen
I - I	D12-100	D25-250
II - II	D12-100	D25-150
III - III	D12-100	D25-100
IV-IV	D12-100	D25-100

Tabel 13 Hasil hitungan kebutuhan tulangan geser

POTONGAN	Vu	ϕV_c	Keterangan	TULANGAN
I - I	222,42	500100,00	OK	TUL.MINIMUM
II - II	225,22	875175,00	OK	TUL.MINIMUM
III - III	226,29	562612,50	OK	TUL.MINIMUM
IV-IV	276,41	562612,50	OK	TUL.MINIMUM



Gambar 19 Tulangan yang terpasang

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis stabilitas perkuatan dinding penahan tanah, dapat diambil hasil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dimensi dinding penahan tanah yang direncanakan pada KM 10+150 ruas jalan Bil-Mandalika adalah tinggi (H) = 10 m, lebar dasar fondasi (B) = 7,5 m, lebar atas dinding (a) = 0,3 m, tinggi plat fondasi (D) = 1 m, kedalaman fondasi = 4 m, bagian ujung kaki (toe) = 1 m, bagian tumit (heel) = 5 m.
2. Hasil analisa stabilitas dinding penahan tanah berdasarkan SNI 8460-2017 adalah guling ($5,83 \geq 1,5$), geser ($1,09 \geq 1,5$), dan daya dukung tanah ($3,21 \geq 2$) sehingga dapat dinyatakan tidak aman terhadap geser. Analisa stabilitas dinding penahan tanah berdasarkan *Trial and error*, untuk kondisi tanpa gempa diperoleh, guling ($6,2 \geq 1,5$), geser ($1,58 \geq 1,5$), dan daya dukung tanah ($2,7 \geq 2$). Untuk kondisi dengan gempa diperoleh, guling ($2,8 \geq 1,1$), geser ($1,2 \geq 1,1$), dan daya dukung tanah ($1,4 \geq 1,1$), sehingga dapat dinyatakan untuk dimensi *Trial and error* aman terhadap kondisi tanpa gempa dan dengan gempa.
3. Hasil analisa stabilitas dinding penahan tanah berdasarkan *software Geo5* adalah guling ($3,12 \geq 1,1$) dan geser ($2,63 \geq 1,1$). Dari hasil analisis yang diperoleh dapat dilihat bahwa nilai *safety factor* dengan

menggunakan *software Geo5* lebih besar dibandingkan dengan perhitungan manual.

4. Diameter tulangan utama yang digunakan adalah D25-250 dan D25-150, untuk bagian dinding dan D25-100 untuk bagian plat fondasi. Diameter tulangan susut sebesar D12-100 untuk disemua bagian dinding penahan tanah.

Dari hasil perencanaan ini diperoleh bahwa dimensi dengan menggunakan tipe kantilever lebih besar dibandingkan dengan tipe *counterfort*.

Saran

Berdasarkan hasil analisa pada perencanaan ini, dimensi yang dihasilkan dengan menggunakan tipe kantilever sangat besar, sehingga kurang efektif untuk lahan yang sempit. Kedalaman fondasi yang dibutuhkan juga cukup panjang sehingga membutuhkan galian pondasi yang dalam. Oleh karena itu dapat dicoba menggunakan tipe lainnya seperti, *counterfort*, ditambah *bore pile*, *sheet pile*, dan geosintetik. Selain itu dalam mendesain dinding penahan tanah pengaruh gempa juga perlu diperhitungkan karena tekanan yang terjadi cukup besar apalagi untuk dinding penahan tanah yang tinggi. Dalam analisis menggunakan program *software Geo5*, perlu diperhatikan dengan teliti data yang diinput seperti data parameter tanah, dimensi dinding penahan, dan beban yang bekerja. Dapat juga dianalisis dengan menggunakan program *software* lainnya seperti *plaxis*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. (2019). *Geotechnical software suite GEO5, User's Guide*.
- [2] Ardiansyah. (n.d.). *Study Perbandingan Perhitungan Dinding Penahan Tanah Kantilever (Cantilever Wall) Menggunakan Program Geo5 dan Perhitungan Rankine dan Coulomb*. 1-11.
- [3] Asroni, A. (2010). *Balok dan Pelat Beton Bertulang*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [4] Fahriani, F. (2016). *Analisis Pengaruh Ketinggian Timbunan Terhadap Kestabilan Lereng*. Jurnal Fropil, IV, 39-48.
- [5] Hardiyatmo, H. C. (2014). *Analisis dan Perancangan Fondasi I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [6] Hardiyatmo, H. C. (2018). *MEKANIKA TANAH 2*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [7] Sipil, S. (2019). *Desain Tulangan Lentur Balok Beton Bertulang*. Retrieved Januari 2023, from Si Sipil.com.
- [8] *SNI 8460:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik*. (2017). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [9] *SNI-2847-2019 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan*. (2019). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [10] Tjhan, E. S. (2019). *Pengaruh Gempa Terhadap Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever*. Media Engineering, 11-20.

