

Analisis Dan Perencanaan Pergantian Sheet Pile Pada Jalan Gondang-Lengkong, Kec. Gondang, Kab. Nganjuk

Moch Bayu Aji Ainur Rofiq^{1*}, Laily Endah Fatmawati²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945, Jl. Semolowaru No.45, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60118

*Corresponding Author

E-mail Address: bayuajiji999@gmail.com

ABSTRAK

Pada bahu jalan Gondang-Lengkong, Kecamatan Gondang, Kabupaten Nganjuk terdapat lereng yang diperkuat penahan tanah sheet pile dengan tipe W325. Namun pada lokasi tersebut mengalami kelongsoran yang mengakibatkan sheet pile mengalami kerusakan. Penelitian ini bertujuan menganalisis lereng untuk mendapatkan dimensi sheet pile yang sesuai dengan kondisi lokasi. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan teori mononobe-okabe untuk menghitung koefisien tekanan tanah aktif dan pasif dalam kondisi normal dan kondisi gempa. Setelah dilakukan analisis dan perhitungan kombinasi tekanan tanah dalam kondisi normal dan gempa didapat nilai momen $\sum M_{max}=569,31$ KN.m untuk kondisi normal dan nilai momen $\sum 352,68$ KN.m dalam kondisi gempa. Sehingga kesimpulan yang didapat diambil nilai momen yang paling besar sebagai faktor keamanan dalam katalog waskita tipe sheet pile yang paling mendekati adalah W600-B dengan crack momen ijin sebesar 584,47 KN.m.

Kata Kunci : Bahu jalan, Kelongsoran, Lereng, Sheet pile

ABSTRACT

On the shoulder of the Gondang-Lengkong road, Gondang District, Nganjuk Regency, there is a slope reinforced with a W325 type sheet pile retaining wall. However, the location has experienced landslides that have caused damage to the sheet pile. This study aims to analyze the slope to determine the appropriate dimensions of the sheet pile for the site conditions. This research uses a qualitative method with the Mononobe-Okabe theories to calculate the active and passive earth pressure coefficients under normal and seismic conditions. After analyzing and calculating the combination of earth pressures under normal and seismic conditions, a maximum moment value of $\sum M_{max}=569.31$ KN.m was obtained for normal conditions and a moment value of $\sum 352.68$ KN.m for seismic conditions. Therefore, the conclusion drawn is to take the largest moment value as the safety factor. In the Waskita catalog, the sheet pile type that is closest is W600-B with an allowable moment crack of 584.47 KN.m.

Keywords: Shoulder of the road, Landslide, Slope, Sheet pile

PENDAHULUAN

Lereng secara topografi merupakan penghubung antara dataran rendah dan dataran tinggi, lereng juga memiliki kemiringan yang beragam dari terjal hingga landai. Kedudukan lereng dengan beban berat dan kemiringan yang curam dapat membawa dampak tanah longsor (Andriyani et al., 2019). Penyebab terjadinya longsor dibahu jalan bisa disebabkan juga dari faktor cuaca seperti hujan lebat (Nanda, 2019). Dalam hal ini penyebab terjadinya longsor tidak hanya faktor cuaca saja ada beberapa sebab di antaranya bobot tanah sendiri juga gaya lain

yang bekerja (Annarose et al., 2022). Maka perlu dibuatkan pemecahan masalah terhadap bahaya longsor pada lereng bahu jalan.

Bahu jalan memiliki peran penting dalam keselamatan, kenyamanan dan fungsionalitas keseluruhan sistem jalan raya. Bahu jalan ini terletak pada Jl. Gondang - Lengkong, Desa Sumberagung, Kec. Gondang, Kabupaten Nganjuk, merupakan jalan penghubung antara Kabupaten Nganjuk dan Kabupaten Jombang. Pada bahu jalan tersebut terdapat longsor yang mengakibatkan sheet-pile mengalami kerusakan pada beberapa titik.

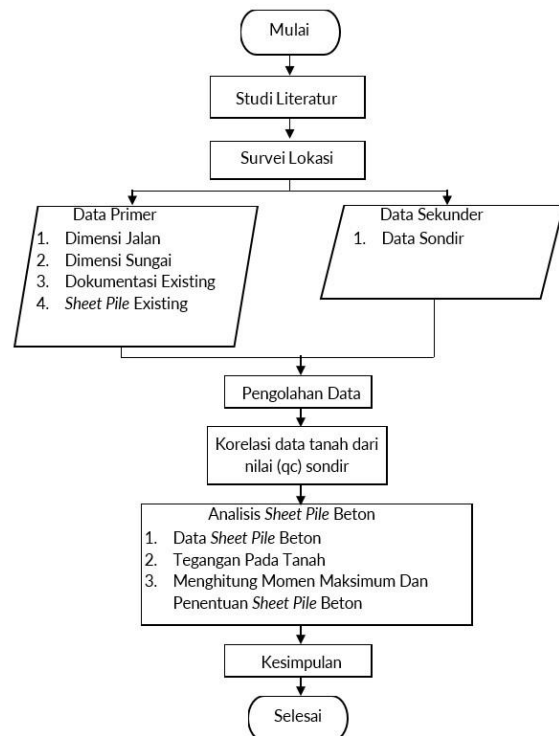
Berdasarkan kondisi tersebut perlunya memperhatikan faktor kestabilan tanah, salah satu solusinya yakni mengendalikan stabilitas tanah dengan menciptakan dinding penahan (Andriyani et al., 2019). Permasalahan yang terjadi pada bahu jalan ini sehingga perlu dibuatkan dinding penahan tanah adalah terjadi longsor sehingga mengakibatkan sheet-pile mengalami deformasi, selain itu waktu pengamatan dilokasi tepatnya pada Jl. Gondang - Lengkong, Desa Sumberagung, Kec. Gondang, Kabupaten Nganjuk beberapa sheet-pile juga mengalami penurunan, dalam pengamatan sheet-pile yang mengalami kerusakan sepanjang ± 21 meter pada titik koordinat $7^{\circ}32'10.7''S$ $112^{\circ}01'32.8''E$. Untuk mengatasi masalah tersebut perlu analisis dan perhitungan untuk mendapatkan profil sheet pile yang sesuai dengan kondisi lokasi penelitian.

Dalam penelitian analisis stabilitas lereng dan alternatif dinding penahan tanah didapatkan data sekunder analisa daya dukung tanah dengan sondir. Dalam penelitian diperlukan juga nilai kohesi tanah (c), Berat jenis tanah (γ), sudut geser (ϕ) yang akan didapatkan menggunakan metode korelasi antara data tes sondir terhadap konsistensi lapisan tanah. Data tersebut akan digunakan untuk menghitung nilai kestabilan geser, kestabilan terhadap guling serta nilai faktor keamanannya (F_s), dalam metodenya akan menggunakan perhitungan manual dengan teori coulomb untuk menghitung tekanan tanah pasif dan aktif dalam kondisi normal, untuk tekanan tanah dalam kondisi seismik menggunakan teori Mononobe-Okabe adalah pengembangan dari teori coulomb. Kedua teori tersebut memiliki keunggulan yaitu teori Mononobe-Okabe unggul dalam analisis tekanan tanah di daerah rawan gempa karena kemampuannya untuk memasukkan beban seismik, sedangkan teori Coulomb unggul dalam fleksibilitas dan kemampuan untuk memperhitungkan kohesi dan gesekan tanah dalam berbagai kondisi geometris dinding penahan tanah. Tujuan dalam penelitian adalah mendapatkan dimensi profil sheet pile beton yang sesuai dengan kondisi lereng pada lokasi penelitian.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, metode kuantitatif digunakan untuk mengevaluasi efisiensi perkuatan lereng longsor yang menggunakan sheet pile sebagai penahan tanah. Metode

kuantitatif dipilih karena metode ini memungkinkan pengukuran sistematis dan objektif terhadap parameter teknis lereng, seperti stabilitas, kekuatan geser tanah, dan efisiensi penggunaan sheet pile untuk menahan pergerakan tanah. Untuk mewakili situasi nyata di lapangan, studi kasus ini dilakukan di lokasi tertentu yang telah mengalami longsor. Adapun tahapan dalam penelitian ini, yakni: Dalam hal ini peneliti menggunakan diagram alir sebagai alat bantu dalam pengerjaannya dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 1 Diagram Alir

Berikut adalah penjelasan alur dari Diagram Alir :

1. Studi Literatur
Studi literatur adalah proses mengumpulkan, menganalisis, dan meninjau berbagai sumber pustaka terkait topik tertentu. Hal ini penting dalam penelitian untuk memahami konteks teori, metode, kemajuan sebelumnya, mengidentifikasi gap penelitian, serta membangun kerangka teoritis dan metodologis. Studi literatur memperluas pengetahuan peneliti, membantu merumuskan pertanyaan penelitian, memilih metodologi, dan membangun

hipotesis, sehingga penelitian berkontribusi signifikan tanpa mengulang penelitian sebelumnya.

2. Survei Lokasi

Survei lokasi dilakukan untuk mengumpulkan data sebagai penunjang penelitian. Lokasi penelitian berada di Jl. Gondang -

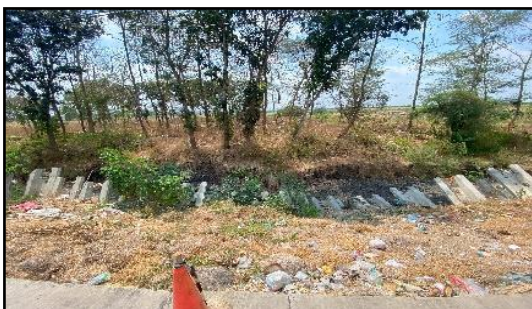


Gambar 2 Lokasi Penelitian Lengkong, Desa Sumberagung, Kec. Gondang, Kabupaten Nganjuk, dengan koordinat 7°32'10.7\"/>

3. Data Primer

Data primer adalah data orisinal yang dikumpulkan langsung dari sumber pertama melalui pengukuran, wawancara, kuesioner, atau observasi. Dalam penelitian ini, data primer diperoleh melalui pengukuran dan observasi dimensi jalan, dimensi sungai, serta dokumentasi di lapangan.

4. Data Sekunder



Gambar 3 Kondisi Existing Lokasi Penelitian

Survei menghasilkan data sekunder dari konsultan berupa analisis daya dukung tanah menggunakan tes sondir. Data ini menghemat waktu dan biaya, memberikan gambaran historis kondisi tanah, serta memungkinkan penelitian di lokasi sulit dijangkau. Dengan analisis yang tepat,

data ini mendukung kesimpulan dan rekomendasi penelitian.

5. Pengolahan Data

Analisis struktur dilakukan untuk memastikan desain memenuhi standar teknis dan keamanan, mencakup langkah-langkah seperti:

- Korelasi Data Tanah: Mengolah data sondir (CPT) untuk menentukan karakteristik dan kekuatan tanah.
- Analisis Sheet Pile: Mengevaluasi kapasitas dan kondisi dinding penahan tanah untuk memastikan keandalannya.

6. Kesimpulan

Kesimpulan bertujuan untuk merangkum dan menyajikan inti dari hasil pembahasan yang telah dilakukan sebelumnya. Bagian ini memberikan penjelasan singkat dan padat mengenai temuan utama, relevansi analisis, serta pencapaian tujuan penelitian atau perancangan.

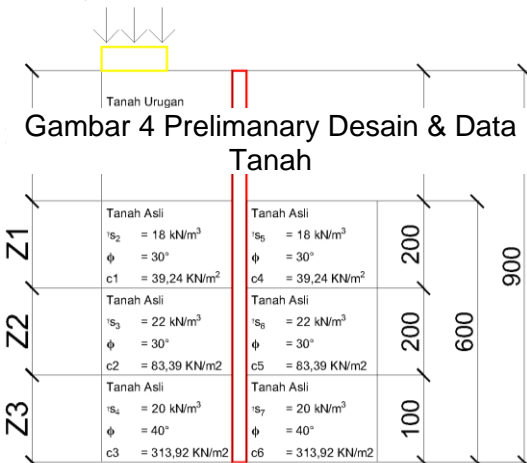
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data tanah, data beban dan data gempa

Data tanah, beban, dan gempa sangat penting dalam perencanaan struktur untuk memastikan keamanan, efisiensi, dan keberlanjutan bangunan.

- Data tanah dan preliminary desain
- Lapisan 1 (Tanah urugan/granular)

$$\begin{aligned}
 WL &= 10 \text{ KN/m}^2 \\
 WD &= 10 \text{ KN/m}^2 \\
 q &= WD + WL = 20 \text{ KN/m}^2
 \end{aligned}$$



- Berat tanah kering (γ_s) : 21 KN/m³
- Kohesi (c) : 0
- Sudut gesek tanah (φ) : 30°
- Radian sudut gesek : 0,52

- Lapisan 2 (Tanah lempung agak kenyal)

Berat tanah kering (γ_s) : 18 KN/m³
 Kohesi (C1) : 39,24 KN/m²
 Sudut gesek (ϕ) : 30°
 Radian sudut gesek : 0,52

- Lapisan 3 (Lempung atau lempung kelanauan kenyal)

Berat tanah kering (γ_s) : 22 KN/m³
 Kohesi (C2) : 83,39 KN/m²
 Sudut gesek (ϕ) : 30°
 Radian sudut gesek : 0,52

- Lapisan 4 (Pasir padat, pasir kekerikilan, pasir kasar pasir, pasir kelanauan sangat padat)

Berat tanah kering (γ_s) : 20 KN/m³
 Kohesi (C3) : 392,40 KN/m²
 Sudut gesek (ϕ) : 40°
 Radian sudut gesek : 0,69

- Lapisan tanah depan sheet pile beton
- Lapisan 5 (Tanah lempung agak kenyal)

Berat tanah kering (γ_s) : 18 KN/m³
 Kohesi (C4) : 39,24 KN/m²
 Sudut gesek (ϕ) : 30°
 Radian sudut gesek : 0,52

- Lapisan 6 (Lempung atau lempung kelanauan kenyal)

Berat tanah kering (γ_s) : 22 KN/m³
 Kohesi (C5) : 83,39 KN/m²
 Sudut gesek (ϕ) : 30°
 Radian sudut gesek : 0,52

- Lapisan 7 (Pasir padat, pasir kekerikilan, pasir kasar pasir, pasir kelanauan sangat padat)

Berat tanah kering (γ_s) : 20 KN/m³
 Kohesi (C6) : 313,92 KN/m²
 Sudut gesek (ϕ) : 40°
 Radian sudut gesek : 0,69

- Data beban gempa
 Penelitian ini akan menggunakan beban gempa statis, yang dapat diakses melalui website kementerian PUPR:

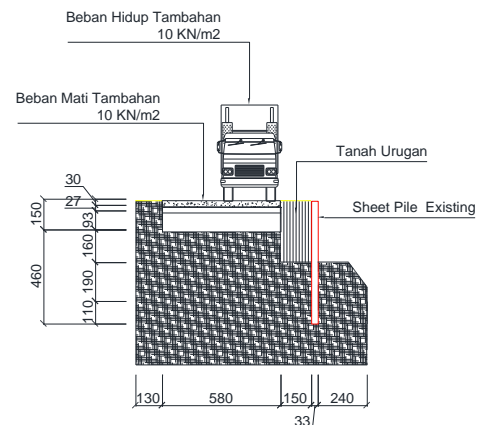
<https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>

Wilayah Kabupaten Nganjuk, terutama jalan raya gondang-lengkong, memiliki percepatan puncak gempa (PGA) sebesar 0,3827 g, yang akan digunakan sebagai beban gempa statis. Pada SNI 8460:2017 modifikasi

mononobe-okabe dengan pendekatan diasumsikan nilai koefisien gempa vertikal (K_v)=0 dan nilai koefisien gempa horizontal (K_h)= PGA (Peak Ground Acceleration).

- Data beban tambahan
 - ✓ Beban Lalu Lintas/Beban Hidup= 10 KN/m²
 - ✓ Beban Mati Jalan/Beban Mati = 10 KN/m²

2. Perhitungan



Gambar 5 Beban Tambahan

Koefisien tekanan tanah aktif (K_a) dan pasif (K_p) kondisi normal metode mononobe-okabe

- Tanah aktif sudut gesek tanah 30° (K_{a1})

$$K_{a1} = \frac{\sin(a + \phi)^2}{\sin(a)^2 \times \sin(\alpha - \delta) \times \left[1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \times \sin(\phi - \beta)}{\sin(a - \delta) \times \sin(a + \beta)} \right]^2}$$

$$K_{a1} = \frac{\sin(1,57 + 0,52)^2}{\sin(1,57)^2 \times \sin(1,57 - 0) \times \left[1 + \frac{\sin(0,52 + 0) \times \sin(0,52 - 0)}{\sin(1,57 - 0) \times \sin(1,57 + 0)} \right]^2}$$

$K_{a1} = 0,66$

- Tanah aktif sudut gesek tanah 40° (K_{a2})

$$K_{a2} = \frac{\sin(a + \phi)^2}{\sin(a)^2 \times \sin(\alpha - \delta) \times \left[1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \times \sin(\phi - \beta)}{\sin(a - \delta) \times \sin(a + \beta)} \right]^2}$$

$$K_{a2} = \frac{\sin(1,57 + 0,69)^2}{\sin(1,57)^2 \times \sin(1,57 - 0) \times \left[1 + \frac{\sin(0,69 + 0) \times \sin(0,69 - 0)}{\sin(1,57 - 0) \times \sin(1,57 + 0)} \right]^2}$$

$K_{a2} = 0,33$

- Tanah Pasif sudut gesek 30° (K_{p1})

$$K_{p1} = \frac{\sin(a - \phi)^2}{\sin(a)^2 \times \sin(\alpha + \delta) \times \left[1 - \frac{\sin(\phi + \delta) \times \sin(\phi)}{\sin(a + \delta) \times \sin(a)} \right]^2}$$

$$K_{p1} = \frac{\sin(1,57 - 0,52)^2}{\sin(1,57)^2 \times \sin(1,57 + 0) \times \left[1 - \frac{\sin(0,52 + 0) \times \sin(0,52)}{\sin(1,57 + 0) \times \sin(1,57)} \right]^2}$$

$K_{p1} = 3,00$

- Tanah Pasif sudut gesek 40° (Kp2)

$$Kp2 = \frac{\sin(a - \phi)^2}{\sin(a)^2 \times \sin(\alpha + \delta) \times \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \times \sin(\phi)}{\sin(a + \delta) \times \sin(a)}} \right]^2}$$

$$Kp2 = \frac{\sin(1,57 - 0,69)^2}{\sin(1,57)^2 \times \sin(1,57 + 0) \times \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(0,52 + 0) \times \sin(0,69)}{\sin(1,57 + 0) \times \sin(1,57)}} \right]^2}$$

Kp2 = 4,60

Koefisien tekanan tanah aktif (Kae) dan pasif (Kpe) kondisi gempa metode mononobe-okabe

- Tanah aktif sudut gesek tanah 30° (Kae1)

$$Kae1 = \frac{\sin(a + \theta - \phi)^2}{\cos(\theta) \times \sin(a)^2 \times \sin(a + \theta + \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta \times \sin(\phi - \theta - \beta)}{\sin(a + \delta + \theta) \times \sin(a - \beta)}} \right]^2}$$

$$Kae1 = \frac{\sin(1,57 + 0,039 - 0,52)^2}{\cos(0,039) \times \sin(1,57)^2 \times \sin(1,57 + \theta + 0) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(0,52 + 0 \times \sin(0,52 - 0,039 - 0)}{\sin(1,57 + 0 + 0,039) \times \sin(1,57 - 0)}} \right]^2}$$

Kae1 = 0,67

- Tanah aktif sudut gesek tanah 40° (Kae2)

$$Kae2 = \frac{\sin(a + \theta - \phi)^2}{\cos(\theta) \times \sin(a)^2 \times \sin(a + \theta + \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta \times \sin(\phi - \theta - \beta)}{\sin(a + \delta + \theta) \times \sin(a - \beta)}} \right]^2}$$

$$Kae2 = \frac{\sin(1,57 + 0,039 - 0,52)^2}{\cos(0,039) \times \sin(1,57)^2 \times \sin(1,57 + 0,039 + 0) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(0,69 + 0) \times \sin(0,69 - 0,039 - 0)}{\sin(1,57 + 0 + 0,039) \times \sin(1,57 - 0)}} \right]^2}$$

Kae2 = 0,47

- Tanah Pasif sudut gesek 30° (Kpe1)

$$Kpe1 = \frac{\sin(a - \theta + \phi)^2}{\cos(\theta) \times \sin(a)^2 \times \sin(a + \theta + \delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \times \sin(\phi - \theta)}{\sin(a + \delta + \theta) \times \sin(a)}} \right]^2}$$

$$Kpe1 = \frac{\sin(1,57 - 0,365 + 0,52)^2}{\cos(0,365) \times \sin(1,57)^2 \times \sin(1,57 + 0,365 + 0) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(0,52 + 0) \times \sin(0,52 - 0,365)}{\sin(1,57 + 0 + 0,365) \times \sin(1,57)}} \right]^2}$$

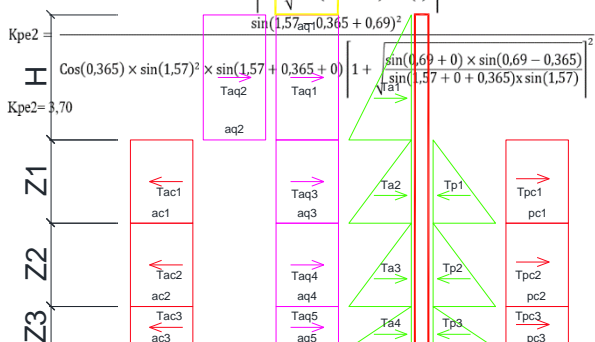
Kpe1 = 2,21

- Tanah Pasif sudut gesek 40° (Kpe2)

$$Kpe2 = \frac{\sin(a - \theta + \phi)^2}{\cos(\theta) \times \sin(a)^2 \times \sin(a + \theta + \delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \times \sin(\phi - \theta)}{\sin(a + \delta + \theta) \times \sin(a)}} \right]^2}$$

$$Kpe2 = \frac{\sin(1,57 - 0,365 + 0,69)^2}{\cos(0,365) \times \sin(1,57)^2 \times \sin(1,57 + 0,365 + 0) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(0,69 + 0) \times \sin(0,69 - 0,365)}{\sin(1,57 + 0 + 0,365) \times \sin(1,57)}} \right]^2}$$

Kpe2 = 3,70



Gambar 6 Tegangan Tanah

Keterangan:

- Ka = koefisien tekanan tanah aktif
- Kp = koefisien tekanan tanah pasif
- φ = Sudut geser dalam tanah
- δ = Sudut gesekan antara tanah dan dinding

- α = Sudut kemiringan dinding terhadap vertical
- β = Sudut kemiringan permukaan tanah di belakang dinding

- Tegangan pada tanah kondisi normal

Tegangan pada tanah adalah gaya per satuan luas yang bekerja pada elemen tanah. Tegangan ini dihasilkan oleh beban eksternal, seperti beban bangunan, lalu lintas, atau tekanan air tanah.

- γ × H × ka (Kondisi aktif)
- γ × H × kp (Kondisi pasif)
- 2 × C × √ka (Kohesi tanah aktif)
- 2 × C × √kp (Kohesi tanah pasif)

Berikut tabel hasil perhitungan tegangan pada tanah dalam kondisi normal.

Tabel 1 Hasil Perhitungan Tegangan Tanah Kondisi Normal

No	Notasi	Hasil	Satuan	Keterangan
1	aq1	13,33	KN/m ²	Aktif
2	aq2	55,33	KN/m ²	Aktif
3	aq3	79,33	KN/m ²	Aktif
4	aq4	108,67	KN/m ²	Aktif
5	aq5	61,91	KN/m ²	Aktif
6	a1	42,00	KN/m ²	Aktif
7	a2	24,00	KN/m ²	Aktif
8	a3	29,33	KN/m ²	Aktif
9	a4	6,77	KN/m ²	Aktif
10	ac1	-64,08	KN/m ²	Kohesi Tanah
11	ac2	-136,17	KN/m ²	Kohesi Tanah
12	ac3	-365,16	KN/m ²	Kohesi Tanah
13	p1	-108,00	KN/m ²	Pasif
14	p2	-132,00	KN/m ²	Pasif
15	p3	-91,98	KN/m ²	Pasif
16	pc1	135,93	KN/m ²	Kohesi Tanah Pasif
17	pc2	288,85	KN/m ²	Kohesi Tanah Pasif
18	pc3	1346,41	KN/m ²	Kohesi Tanah Pasif

- Tegangan tanah total kondisi normal

Tabel 2 Hasil Perhitungan Tegangan Tanah Total Kondisi Normal

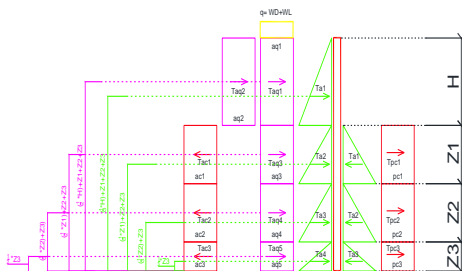
No	Notasi	Hasil	Satuan	Keterangan
1	Taq1	40,00	KN	Aktif
2	Taq2	166,00	KN	Aktif
3	Taq3	158,67	KN	Aktif
4	Taq4	217,33	KN	Aktif
5	Taq5	61,91	KN	Aktif
6	Ta1	63,00	KN	Aktif
7	Ta2	24,00	KN	Aktif
8	Ta3	29,33	KN	Aktif
9	Ta4	3,38	KN	Aktif
10	Tac1	-128,16	KN	Kohesi Tanah Aktif
11	Tac2	-272,33	KN	Kohesi Tanah Aktif
12	Tac3	-365,16	KN	Kohesi Tanah Aktif
13	Tp1	-108,00	KN	Pasif
14	Tp2	-132,00	KN	Pasif
15	Tp3	-45,99	KN	Pasif
16	Tpc1	271,86	KN	Kohesi Tanah Pasif
17	Tpc2	577,71	KN	Kohesi Tanah Pasif
18	Tpc3	1346,41	KN	Kohesi Tanah Pasif

Tabel 3 Hasil Perhitungan Momen Kondisi Normal

No	Notasi	Hasil	Satuan	Keterangan
1	Maq1	260,00	KN.m	Aktif
2	Maq2	1079,00	KN.m	Aktif
3	Maq3	634,67	KN.m	Aktif
4	Maq4	434,67	KN.m	Aktif
5	Maq5	30,95	KN.m	Aktif
6	Ma1	378,00	KN.m	Aktif
7	Ma2	88,00	KN.m	Aktif
8	Ma3	48,89	KN.m	Aktif
9	Ma4	1,13	KN.m	Aktif
10	Mac1	-512,63	KN.m	Kohesi Tanah Aktif
11	Mac2	-544,67	KN.m	Kohesi Tanah Aktif
12	Mac3	-182,58	KN.m	Kohesi Tanah Aktif
13	Mp1	-396,00	KN.m	Pasif
14	Mp2	-220,00	KN.m	Pasif
15	Mp3	-15,33	KN.m	Pasif
16	Mpc1	1087,45	KN.m	Kohesi Tanah Pasif
17	Mpc2	1155,42	KN.m	Kohesi Tanah Pasif
18	Mpc3	673,20	KN.m	Kohesi Tanah Pasif
Total MP-MA		569,32	KN.m	

- Momen dalam kondisi normal

Momen pada tegangan tanah adalah gaya yang bekerja melalui jarak tertentu dari pusat gravitasi atau titik tumpu, menghasilkan rotasi atau pergeseran



Gambar 7 Diagram Jarak Lengan Momen dalam massa tanah. Berikut tabel hasil perhitungan

Dalam kondisi normal didapatkan momen $\sum Me = 569,32 \text{ KN.m}$

- Tegangan pada tanah kondisi gempa
Gempa bumi adalah fenomena alam yang menghasilkan getaran atau gelombang seismik yang merambat melalui tanah. Dalam mekanika tanah, tegangan tanah dalam kondisi gempa menjadi perhatian utama karena getaran ini memicu perubahan mendadak pada kondisi tegangan dalam massa tanah.

$$\begin{aligned} &\gamma \times H \times k_{ae} \text{ (Kondisi gempa aktif)} \\ &-\gamma \times H \times k_{pe} \text{ (Kondisi gempa pasif)} \\ &-2 \times C \times \sqrt{k_{ae}} \text{ (Kohesi tanah aktif)} \\ &2 \times C \times \sqrt{k_{pe}} \text{ (Kohesi tanah pasif)} \end{aligned}$$

Berikut tabel hasil perhitungan tegangan pada tanah dalam kondisi gempa :

Tabel 4 Hasil Perhitungan Tegangan Tanah Kondisi Gempa

No	Notasi	Hasil	Satuan	Keterangan
1	aqe1	13,43	KN/m ²	Aktif
2	aqe2	55,74	KN/m ²	Aktif
3	aqe3	79,91	KN/m ²	Aktif
4	aqe4	109,46	KN/m ²	Aktif
5	aqe5	86,26	KN/m ²	Aktif
6	ae1	42,31	KN/m ²	Aktif
7	ae2	24,17	KN/m ²	Aktif
8	ae3	29,55	KN/m ²	Aktif
9	ae4	9,43	KN/m ²	Aktif
10	ace1	-64,31	KN/m ²	Kohesi Tanah
11	ace2	-136,66	KN/m ²	Kohesi Tanah
12	ace3	431,05	KN/m ²	Kohesi Tanah
13	pe1	-79,92	KN/m ²	Pasif
14	pe2	-97,68	KN/m ²	Pasif
15	pe3	-74,05	KN/m ²	Pasif
16	pec1	116,93	KN/m ²	Kohesi Tanah Pasif
17	pce2	248,48	KN/m ²	Kohesi Tanah Pasif
18	pce3	1208,12	KN/m ²	Kohesi Tanah Pasif

- Tegangan tanah total kondisi gempa

Tabel 5 Hasil Perhitungan Tegangan Tanah Total Kondisi Gempa

No	Notasi	Hasil	Satuan	Keterangan
1	Taqe1	40,29	KN	Aktif
2	Taqe2	167,21	KN	Aktif
3	Taqe3	159,82	KN	Aktif
4	Taqe4	218,92	KN	Aktif
5	Taqe5	86,26	KN	Aktif
6	Tae1	63,46	KN	Aktif
7	Tae2	24,17	KN	Aktif
8	Tae3	29,55	KN	Aktif
9	Tae4	4,71	KN	Aktif
10	Tace1	-128,62	KN	Kohesi Tanah Aktif
11	Tace2	-273,33	KN	Kohesi Tanah Aktif
12	Tace3	-431,05	KN	Kohesi Tanah Aktif
13	Tpe1	-79,92	KN	Pasif

No	Notasi	Hasil	Satuan	Keterangan
14	Tpe2	-97,68	KN	Pasif
15	Tpe3	-37,03	KN	Pasif
16	Tpec1	233,86	KN	Kohesi Tanah Pasif
17	Tpce2	496,95	KN	Kohesi Tanah Pasif
18	Tpce3	1208,12	KN	Kohesi Tanah Pasif

- Momen dalam kondisi gempa

Tabel 6 Hasil Perhitungan Momen Dalam Kondisi Gempa

No	Notasi	Hasil	Satuan	Keterangan
1	Maqe1	261,90	KN.m	Aktif
2	Maqe2	1086,87	KN.m	Aktif
3	Maqe3	639,29	KN.m	Aktif
4	Maqe4	437,84	KN.m	Aktif
5	Maqe5	43,13	KN.m	Aktif
6	Mae1	380,76	KN.m	Aktif
7	Mae2	88,64	KN.m	Aktif
8	Mae3	49,25	KN.m	Aktif
9	Mae4	1,57	KN.m	Aktif
10	Mace1	-514,49	KN.m	Kohesi Tanah Aktif
11	Mace2	-546,65	KN.m	Kohesi Tanah Aktif
12	Mace3	-215,53	KN.m	Kohesi Tanah Aktif
13	Mpe1	-293,03	KN.m	Pasif
14	Mpe2	-162,79	KN.m	Pasif
15	Mpe3	-12,34	KN.m	Pasif
16	Mpec1	993,91	KN.m	Kohesi Tanah Pasif
17	Mpce2	993,91	KN.m	Kohesi Tanah Pasif
18	Mpce3	604,06	KN.m	Kohesi Tanah Pasif
Total MPE-Mae		352,68	KN.m	

Dalam kondisi gempa didapatkan momen $\sum Me = 352,68 \text{ KN.m}$

PENUTUP

Dari hasil perhitungan momen maksimum dalam kondisi normal dan dalam kondisi gempa didapat masing-masing memiliki nilai sebagai berikut

- Momen maksimum dalam kondisi normal = 569,31 KN.m

- Momen maksimum dalam kondisi gempa = 352,68 KN.m

Dari hasil perhitungan di atas momen yang dihasilkan kombinasi gempa lebih kecil dari kombinasi perhitungan dengan kondisi normal sehingga dipilih nilai yang paling besar yaitu $\Sigma M_{max}=569,31$ dimana dalam tabel katalog sheet pile WASKITA precast dengan crack momen yang paling mendekati adalah profil sheet pile W-600 B dimana memiliki crack momen sebesar 59,6 t.m atau 584,47 KN.m. $\Sigma M_{max}=569,31 < M_{crack}=584,47\text{KN.m}$ (OK)

REFERENSI

- Agar, V., Suhudi, S., & Arifianto, A. K. (2020). Studi Efisiensi Lebar Alas Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever pada Jalan Brigjend Abdul Manan Wijaya Kecamatan Pujon Kabupaten Malang. *Reka Buana : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Dan Teknik Kimia*, 5(1), 90. <https://doi.org/10.33366/rekabuana.v5i1.1739>
- Andriyani, B. C. D., Imananto, E. I., & Yudianto, E. A. (2019). *Studi Perencanaan Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever Pada Lereng Jalan Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember*
- Annarose, Manaha, Y. P., & Yudianto, E. A. (2022). Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever Pada Jalan Soekarno-Hatta Kilometer 48 Samarinda-Balikpapan. *Doctoral Dissertation, Institut Teknologi Nasional Malang*.
- Bambi, D. E., Legrans, R. R., & Manaroinsong, L. D. (2022). Analisis Stabilitas Turap Kantilever Sebagai Pengaman Lereng Timbunan Pada Kawasan Pembangkit Jaringan Binjeita. *TEKNO*, 20(82), 875-883, 20.
- Bowles, J. E. (1977). *Physical and Geotechnical Properties of Soils*. McGraw-Hill Book Company.
- Das, B. M. (1985). *Mekanika Tanah 1 Terjemahan oleh Noor Endah Indra Surya*. Erlangga.
- Fikri Azhar, M., Surya, A., Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin, I., Kunci, K., Batu, P., Galam, C., & Penahan, D. (n.d.). Perencanaan Dinding Penahan Tanah Pada Jalan Gubernur Syarkawi (Sp. Empat Handil Bakti-Bypass Banjarmasin).
- Gunawan, A., & Pratama, Y. (2020). Studi Analisis Penanganan Longsor Pada Slope Timbunan Yang Tegak (Studi Kasus Longsor Di Jalan Tol Ruas Semarang-Bawen Km 426+600). <https://ejournal.undaris.ac.id/index.php/jei>
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah I* (3rd ed.). PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C. (2012). *Mekanika Tanah 1*, Edisi Keenam. *Gajah Mada University*.
- Kurniawan, D. (2019). Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Dan Sheet Pile Baja Pada Lereng Jalan Tol Balikpapan – Samarinda Sta 2+850 – 3+050 (Stability Analysis Of Retaining Wall And Steel Sheet Pile In Balikpapan – Samarinda Highway Slope Sta 2+850 – 3+050) .