

PERENCANAAN PENGGUNAAN SHEET PILE PADA PROYEK PEMBANGUNAN FASILITAS PERKERETAAPIAN UNTUK MANGGARAI S/D JATINEGARA PAKET A TAHAP II “MAINLINE I”

Badzlina Harvy Nesya, Haryono Putro

Universitas Gunadarma, Jakarta, Indonesia

Email: echa.badzlina@gmail.com, haryono_putro@staff.gunadarma.ac.id

Abstrak

Dinding penahan tanah adalah suatu struktur bangunan yang berperan untuk menjaga kestabilan tanah dilahan miring. Sheet pile Baja merupakan item dan material yang digunakan untuk dinding penahan tanah. Penggunaan sheet pile baja tersebut pada proyek kontruksi yang dimaksudkan untuk menahan beban area galian, untuk mencegah adanya longsor atau kegagalan selama masa konstruksi. Adapun beban yang terjadi selama proses konstruksi berupa beban Gandar dari kereta aktif dan beban dari tanah itu sendiri. Perencanaan penampang sheet pile yang akan digunakan menggunakan dua acara yaitu secara manual dan menggunakan software plaxis. Dimana dimensi penampang tersebut akan digunakan pada Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Untuk Manggarai S/D Jatinegara Paket A Tahap II “Mainline I”.

Kata Kunci: stasiun manggarai, kereta, dinding penahan tanah, kegagalan konstruksi

Abstract

A retaining wall is a building structure that plays a role in maintaining the stability of the soil on the slope. Sheet pile Steel is an item and material used for ground retaining walls. The use of steel sheet piles in construction projects intended to withstand the burden of the excavation area, to prevent landslides during the construction period. The load that occurs during the construction process is in the form of axle load from active train and load from the ground itself. Planning a cross-section of sheet pile that will be used using the event du, namely manually and using plaxis software. Where the cross-sectional dimension will be used in the Railway Facility Development Project for Manggarai S / D Jatinegara Package A Phase II "Mainline I".

Keywords: manggarai station, train, ground retaining wall, construction failure

Pendahuluan

Dinding penahan tanah adalah suatu struktur bangunan yang berperan untuk menjaga kestabilan tanah dilahan miring. Adanya dinding ini diharap mampu menahan tanah untuk bergerak atau longsor. Ada beberapa tipe dinding penahan tanah yang biasa digunakan yaitu dinding penahan gravitasi atau dinding penahan berbobot, dinding

penahan cantilever, dinding penahan cantilever berusuk. Sedangkan berdasarkan materialnya sheet pile dapat dibuat dari kayu, besi, baja dan beton.

Sheet pile Baja merupakan item dan material yang digunakan untuk dinding penahan tanah. Penggunaan sheet pile baja tersebut pada proyek konstruksi yang dimaksudkan untuk menahan beban area galian, untuk mencegah adanya longsor selama masa konstruksi. Pada Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian untuk Manggarai s/d Jatinegara Tahap II Paket A “Mainline I” material sheet pile baja digunakan untuk mengantisipasi ada longsor selama proses konstruksi stasiun manggrai. Dimana Beban jalur kereta akan sangat berbahaya apabila disekitar area tersebut terdapat galian. Adapun Tujuan dari Laporan ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui Gaya yang Bekerja pada Kondisi tersebut
- b. Mengetahui Momen dan Gaya Geser dari Sheet Pile Penahan Tanah
- c. Kemampuan Penampang Sheet Pile yang digunakan untuk menahan beban pada pekerjaan Stasiun Menggarai

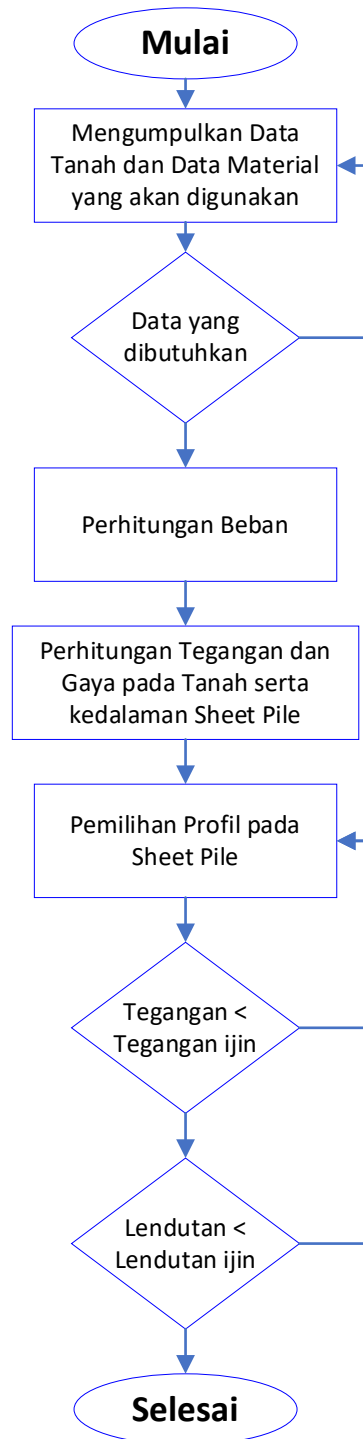
Metode Penelitian

Adapun lokasi penelitian dilakukan pada Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian untuk Manggarai s/d Jatinegara Tahap II Paket A (Mainline I), dengan lokasi sebagai berikut:



Gambar 1
Lokasi Penelitian
Sumber: Google Maps, 2021

Perencanaan Penggunaan Sheet Pile pada Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian
Untuk Manggarai S/D Jatinegara Paket A Tahap II “Mainline I”



Gambar 1
Flowchart Perencanaan Sheet Pile

Hasil Dan Pembahasan

1. Perhitungan Beban

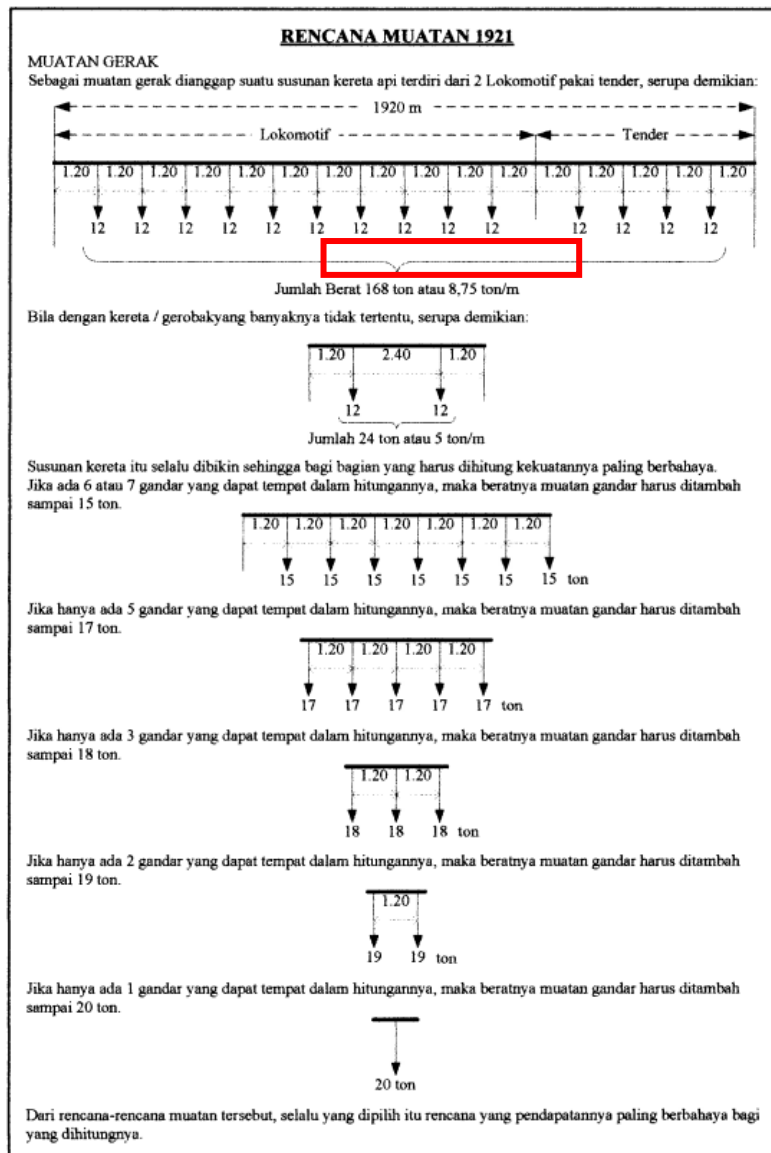
Adapun beban yang diperhitungkan dalam perencanaan sheet pile pada laporan ini sesuai dengan Peraturan Menteri Perhubungan No: PM 28 tahun 2011 adalah sebagai berikut:

a. Beban Merata

- 1) Beban Jenis Beton = 24 kN/m^3
- 2) Beban Ballast = 19 kN/m^3
- 3) Total Beban = 43 kN/m^3

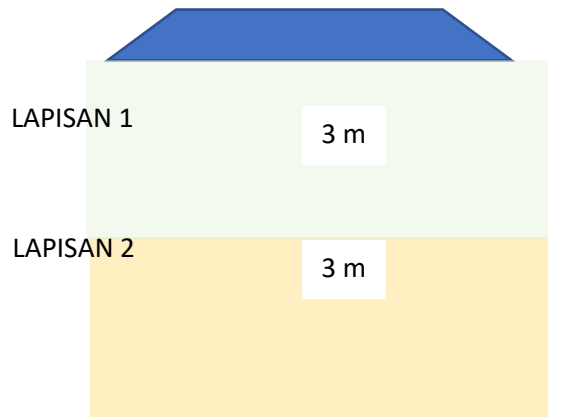
b. Beban Terpusat

- 1) Beban Gandar Kereta
- 2) = $87,5 \text{ kN/m}$

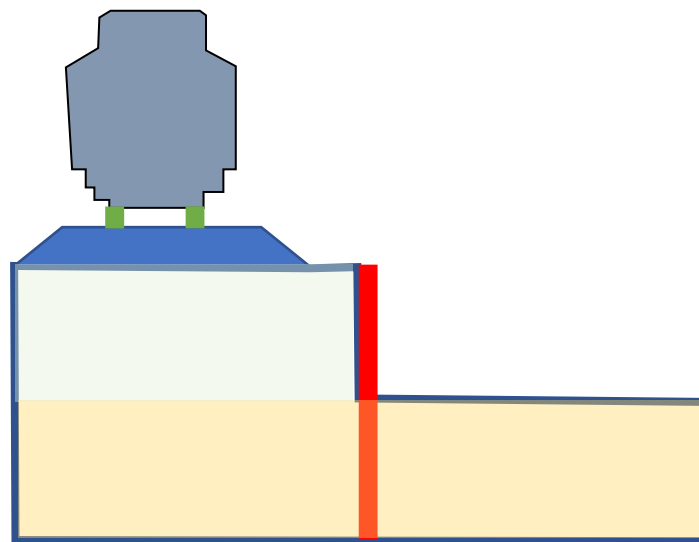


2. Data Tanah dan Gambaran Pembebanan

a. Gambaran Pembebanan



Gambar 2
Data Tanah



Gambar 3
Pembebanan Pada Tanah

b. Kondisi Tanah

1) Lapisan 1

a) Berat Tanah Jenuh Air (γ_w) = 16,4 kN/m³

b) Berat Jenis (G) = 2,67

c) Angka Pori (e) = 31°

d) Berat Tanah Saturated (γ_{sat}) = $\frac{(G+e) \times \gamma_w}{1+e} = \frac{(2,67+31) \times 16,5}{1+31} = 17,25$ kN/m³

e) Sudut Geser = 7,2°

f) Kedalaman = 3 m

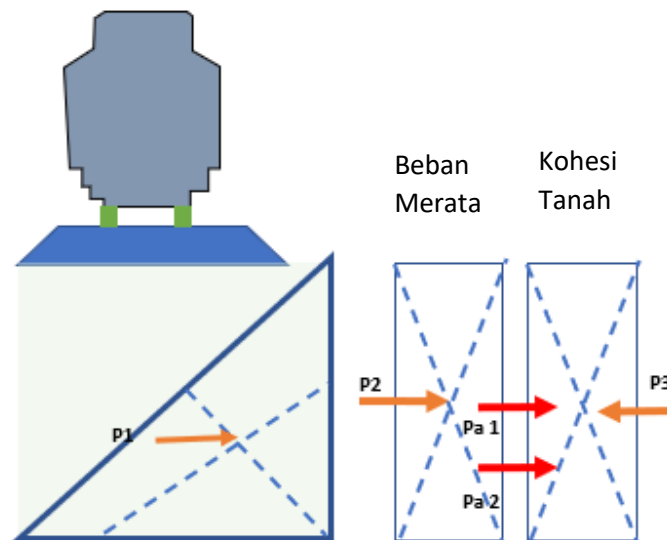
- g) Kohesi Tanah = 0,35 kg/cm² = 34,323 kN/m²
- 2) Lapisan 2
 - a) Berat Tanah Jenuh Air (γ_w) = 16,1 kN/m³
 - b) Berat Jenis (G) = 2,68
 - c) Angka Pori (e) = 31°
 - d) Berat Tanah Saturated (γ_{sat}) = $\frac{(G+e) \times \gamma_w}{1+e} = \frac{(2,67+31) \times 16,5}{1+31} = 16,945$ kN/m³
 - e) Sudut Geser = 6,5°
 - f) Kedalaman = 3 m
 - g) Kohesi Tanah = 0,56 kg/cm² = 54,917 kN/m²

3. Perhitungan Sheet Pile Secara Manual

a. Nilai Tegangan pada Tanah akibat Beban Merata

- 1) Nilai Koefisien aktif (Ka) = $\tan^2(45 - \frac{\phi}{2}) = 0,777$
- 2) Nilai Koefisien Pasif (Kp) = $\tan^2(45 + \frac{\phi}{2}) = 1,286$
- 3) Tegangan gaya akibat tanah aktif
 - a) Tegangan tanah aktif = $\gamma_1 \times H \times Ka$
 $\sigma_1 = 17,26 \times 3 \times 0,777 = 40,236$ kN/m²
 - b) Gaya pada tanah aktif = $\sigma_1 \times H \times 1/2$
 $P_1 = 40,236 \times 3 \times 0,5 = 60,355$ kN/m²
- 4) Tegangan tanah akibat beban merata
 - a) Tegangan akibat merata = $q \times Ka$
 $\sigma_2 = 43 \times 0,777 = 33,42$ kN/m²
 - b) Gaya akibat beban merata = $\sigma_2 \times H$
 $P_2 = 33,42 \times 3 = 100,265$ kN/m²
- 5) Tegangan akibat kohesi
 - a) Tegangan akibat kohesi = $-2 \times C \times \sqrt{Ka}$
 $\sigma_3 = -2 \times 34,323 \times 0,882 = -60,52$ kN/m²
 - b) Gaya pada tanah aktif = $\sigma_3 \times H$
 $P_3 = -60,52 \times 3 = -181,56$ kN/m²
- 6) Tekanan Lateral total diatas galian
 - a) Pa1 = P2 + P3
 $= 100,265 + (-181,56) = -81,295$ kN/m²
 - b) Pa 2 = P1
 $= 60,355$ kN/m
- 7) Momen akibat beban merata, tanah aktif, dan kohesi terhadap galian

Gaya	Besar Gaya	Lengan Momen	Momen
Pa1	-81.295	1.5	-121.942
Pa2	60.355	1	60.355
ΣP	-20.940	ΣM	-61.588



Gambar 4
Tegangan pada Tanah akibat Beban

b. Nilai Tegangan pada Tanah akibat Beban Merata

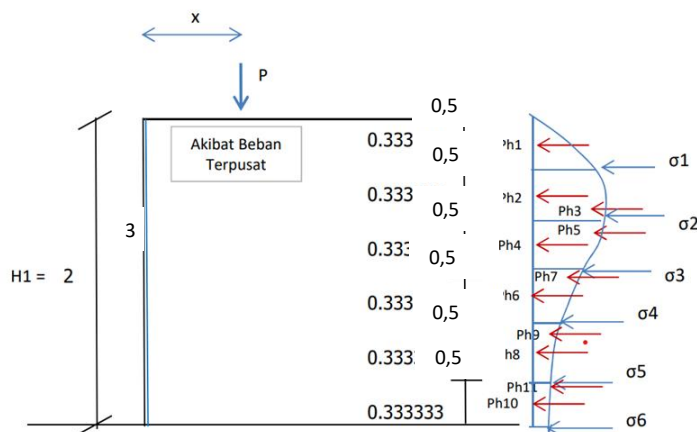
- 1) Beban terpusat = 87,5 Kn
- 2) Jarak Beban ke area = 2 m
- 3) Tinggi Galian = 3 m
- 4) Tegangan akibat beban galian

h	z	n=Z/H	σ_x
0.5	0.50	0.17	11.42
0.5	1.00	0.33	15.18
0.5	1.50	0.50	9.87
0.5	2.00	0.67	5.48
0.5	2.50	0.83	3.03
0.5	3.00	1.00	1.74

5) Gaya akibat beban Garis

Gaya	Besar Gaya	Lengan Momen	Momen
Ph1	2.855	2.667	7.614
Ph2	7.589	2.250	17.076

Ph3	0.940	2.167	2.036
Ph4	4.937	1.750	8.640
Ph5	1.326	1.833	2.431
Ph6	2.739	1.250	3.424
Ph7	1.099	1.333	1.465
Ph8	1.515	0.750	1.136
Ph9	0.612	0.833	0.510
Ph10	0.872	0.250	0.218
Ph11	0.322	0.333	0.107
ΣP	24.807	ΣM	44.658



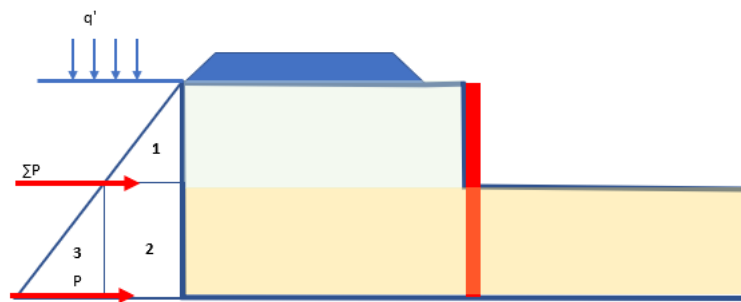
Gambar 4
Tegangan pada Tanah akibat Beban

- a. Ph1 = $\sigma_1 \times h/2 = 11,421 \times 0,5/2 = 2,855$ kN
- b. Ph2 = $\sigma_2 \times h = 15,179 \times 0,5 = 7,589$ kN
- c. Ph3 = $\sigma_2 - \sigma_1 \times h/2 = 3,758 \times 0,5/2 = 0,940$ kN
- d. Ph4 = $\sigma_3 \times h = 9,874 \times 0,5 = 4,937$ kN
- e. Ph5 = $\sigma_2 - \sigma_3 \times h/2 = 5,304 \times 0,5/2 = 1,326$ kN
- f. Ph6 = $\sigma_4 \times h = 5,479 \times 0,5 = 2,739$ kN
- g. Ph7 = $\sigma_3 - \sigma_4 \times h/2 = 4,396 \times 0,5/2 = 1,099$ kN
- h. Ph8 = $\sigma_5 \times h = 3,030 \times 0,5 = 1,515$ kN
- i. Ph9 = $\sigma_4 - \sigma_5 \times h/2 = 2,448 \times 0,5/2 = 0,612$ kN
- j. Ph10 = $\sigma_6 \times h = 1,744 \times 0,5 = 0,872$ kN
- k. Ph11 = $\sigma_5 - \sigma_6 \times h/2 = 1,286 \times 0,5/2 = 0,322$ kN

c. Jumlah Gaya dan Momen akibat Beban Merata dan Beban Garis

- 1) Jumlah gaya dan Momen akibat beban merata
 - a. Total Momen = $- 20,940 + 44,658 = - 16,929$ kN.m
 - b. Total Gaya = $- 61,588 + 24,807 = 3,867$ kN
- 2) Menghitung Kedalaman Pemancangan Sheet Pile

Perencanaan Penggunaan Sheet Pile pada Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Untuk Manggarai S/D Jatinegara Paket A Tahap II “Mainline I”



- a. Luas bidang 1
 Luas bidang 1 $= \frac{1}{2} \times P1 \times H1$
 $= \frac{1}{2} \times 60,355 \times 3 = 90,532 \text{ kN/m}$
 Titik berat $= \frac{1}{2} \times 90,532 \times ((\frac{2}{3} \times 3) + 3) = 226,330 \text{ kN}$
- b. Luas bidang 2
 Luas bidang 2 $= P1 \times H2$
 $= 60,335 \times 3 = 181,064 \text{ kN/m}$
 Titik berat $= \frac{1}{2} \times 181,064 \times (\frac{1}{2} \times 3) = 271,596 \text{ kN}$
- c. Luas bidang 3
 Luas bidang 2 $= \frac{1}{2} \times (P2 - P1) \times H2$
 $= \frac{1}{2} \times 39,911 \times 3 = 59,866 \text{ kN/m}$
 Titik berat $= \frac{1}{2} \times 59,866 \times (\frac{2}{3} \times 3) = 59,866 \text{ kN}$
- d. Total $= 331,462 \text{ kN/m}$
- e. Tinggi titik berat $= 1,673 \text{ m}$
- f. $q' = \gamma \times 1 + H1$
 $= 17,255 + 3$
 $= 51,768 \text{ kN/m}^2$

g. Tekanan Tanah pada kedalaman galian (q')

- 1) $0 = D^2(4C_2 - q') - 2 \times D \Sigma P - \frac{\Sigma P(\Sigma P + 12C_2 y)}{q + 2C_2}$
 $0 = 167,901 D^2 - 7,733 D - 26,626$
- 2) $D = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = 2,427$
- 3) Faktor keamanan min. (SNI 8460:2017) = 1,5
- 4) $D = 1,5 \times 2,427 = 3,640 \text{ m}$
- 5) Panjang Total Turap = $3 + 3,64 = 6,640 \text{ m}$
- 6) Momen Max $M_{max} = \Sigma P \left(\frac{\Sigma P}{4C_2 - q} + y \right) - \left(\frac{\Sigma P}{2(4C_2 - q)} \right)$
 $= 3,87 \times 1,73 - 0,02 = 6,66 \text{ kN.m}$

3) Cek Penampang Sheet Pile

- a. Material yang digunakan

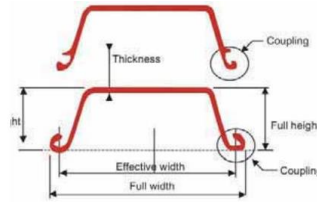


Figure 12 – KSP Steel Sheet Piles: Dimensions

Section	Dimensions			Section Area		Unit weight		Moment of Inertia		Modulus of section	
	width	height	thickness	A	A/m	M	M/m	I	I/m	Z _x	Z _y /m
	w	h	t	cm ²	cm ² /m	kg/m	kg/m ²	cm ⁴	cm ⁴ /m	cm ³	cm ³ /m
KSP I _a	400	85	8.0	45.21	113.0	35.5	88.8	598	4,500	88	529
KSP II	400	100	10.5	61.18	153.0	48.0	120	1,240	8,740	152	874
KSP II _a	400	120	9.2	55.01	137.5	43.2	108	1,450	10,600	162	880
KSP III	400	130	13.0	76.42	191.0	60.0	150	2,320	17,400	232	1,340
KSP III _a	400	150	13.1	74.40	186.0	58.4	146	2,840	22,800	253	1,520
KSP IV	400	170	15.5	96.99	242.5	76.1	190	4,670	38,600	362	2,270
KSP IV _a	400	185	16.1	94.21	235.5	74.0	185	5,300	41,600	400	2,250
KSP V _a	500	200	24.3	133.8	267.6	105	210	7,960	63,000	520	3,150
KSP VI _a	500	225	27.6	153.0	306.0	120	240	11,400	86,000	680	3,820
KSP II _w	600	130	10.3	78.70	131.2	61.8	103	2,110	13,000	203	1,000
KSP III _w	600	180	13.4	103.9	173.2	81.6	136	5,220	32,400	376	1,800
KSP IV _w	600	210	18.0	135.3	225.5	106	177	8,630	56,700	530	2,700

- b. Lentur nominal (Mn) = Z_x x f_y
 = 539 cm³ x 200000 Mpa
 = 107,8 kN.m
- c. Ø = 0,8
- d. M_{max} = $\frac{6,66}{0,8} = 8,32$ kN.m
- e. Cek = 107,8 > 8,32 ---- ok

4. Perhitungan Sheet Pile Pada Plaxis

a. Data Tanah Input pada Plaxis

1) Modulus Elastisitas Tanah

Macam tanah	E (kN/m ²)
Lempung	
Sangat lunak	300 – 3.000
Lunak	2.000 – 4.000
Sedang	4.500 – 9.000
Keras	7.000 – 20.000
Berpasir	30.000 – 42.500
Pasir	
Berlanau	5.000 – 20.000
Tidak padat	10.000 – 25.000
Padat	50.000 – 100.000
Pasir dan kerikil	
Padat	80.000 – 200.000
Tidak padat	50.000 – 140.000
Lanau	2.000 – 20.000
Loess	15.000 – 60.000
Serpih	140.000 – 1.400.000

Gambar 5
 Nilai Berat Jenis Tanah
 Sumber: Braja M. Das

2) Nilai Angka Poisson

Macam tanah	μ
Lempung jenuh	0,4 - 0,5
Lempung tak jenuh	0,1 - 0,3
Lempung berpasir	0,2 - 0,3
Lanau	0,3 - 0,35
Pasir padat	0,2 - 0,4
Pasir kasar (angka pori, $e = 0,4 - 0,7$)	0,15
Pasir halus (angka pori, $e = 0,4 - 0,7$)	0,25
Batu (agak tergantung dari macamnya)	0,1 - 0,4
Loess	0,1 - 0,3

Gambar 6
Nilai Berat Jenis Tanah

Sumber: Braja M. Das

3) Nilai Berat Jenis Tanah Saturated (γ sat)

Korelasi SPT dengan Unconfined Compressive Stress dan berat volum tanah jenuh				
SPT	Konsistensi tanah	Unconfined compressive Stress q_u		γ_{sat} (kN/m^3)
		(T/ft^2)	kPa	
< 2	Very soft	< 0.25	< 25.0	16.0 - 19.0
2 - 4	Soft	0.25 - 0.50	25.0 - 50.0	16.0 - 19.0
4 - 8	Medium Stiff	0.50 - 1.00	50.0 - 100.0	17.0 - 20.0
8 - 15	Stiff	1.00 - 2.00	100.0 - 200.0	19.0 - 22.0
15 - 30	Very Stiff	2.00 - 4.00	200.0 - 400.0	19.0 - 22.0
> 30	Hard	> 4.00	> 400.0	19.0 - 22.0

Gambar 7
Kolerasi Nilai N-SPT dan Volume Tanah Jenuh

Sumber: Terzaghi

4) Data Input pada Plaxis

a) Lapisan 1

$$\gamma_{unsat} = 16,5 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{sat} = 17,36 \text{ kN/m}^3$$

$$E = 20 \text{ Mpa}$$

$$\mu = 0,35$$

$$C = 34,323 \text{ kN/m}^2$$

$$\phi = 7,2^\circ$$

b) Lapisan 2

$$\gamma_{unsat} = 17 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{sat} = 17,89 \text{ kN/m}^3$$

$$E = 20 \text{ Mpa}$$

$$\mu = 0,35$$

$$C = 54,91 \text{ kN/m}^2$$

$$\emptyset = 6,5^\circ$$

b. Material Sheet Pile yang Digunakan

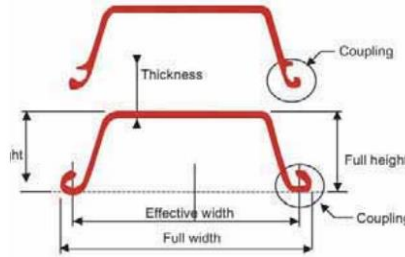


Figure 12 – KSP Steel Sheet Piles: Dimensions

Section	Dimensions			Section Area		Unit weight		Moment of Inertia		Modulus of section	
	width	height	thickness	A	A/m	M	M/m	I	I/m	Z _x	Z _y
	w	h	t	cm ²	cm ² /m	kg/m	kg/m ²	cm ⁴	cm ⁴ /m	cm ³	cm ³ /m
KSP I _A	400	85	8.0	45.21	113.0	35.5	88.8	598	4,500	88	529
KSP II	400	100	10.5	61.18	153.0	48.0	120	1,240	8,740	152	874
KSP II _A	400	120	9.2	55.01	137.5	43.2	108	1,450	10,600	162	880
KSP III	400	130	13.0	76.42	191.0	60.0	150	2,320	17,400	232	1,340
KSP III _A	400	150	13.1	74.40	186.0	58.4	146	2,840	22,800	253	1,520
KSP IV	400	170	15.5	96.99	242.5	76.1	190	4,670	38,600	362	2,270
KSP IV _A	400	185	16.1	94.21	235.5	74.0	185	5,300	41,600	400	2,250
KSP V _L	500	200	24.3	133.8	267.6	105	210	7,960	63,000	520	3,150
KSP VI _L	500	225	27.6	153.0	306.0	120	240	11,400	86,000	680	3,820
KSP II _w	600	130	10.3	78.70	131.2	61.8	103	2,110	13,000	203	1,000
KSP III _w	600	180	13.4	103.9	173.2	81.6	136	5,220	32,400	376	1,800
KSP IV _w	600	210	18.0	135.3	225.5	106	177	8,630	56,700	539	2,700

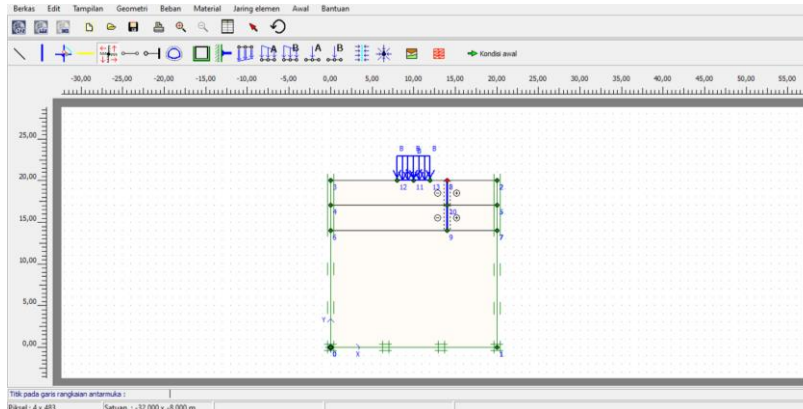
Gambar 8

Penampang Sheet Pile yang Digunakan pada Plaxis

Sumber: Brosur Material KSP Sheet Pile

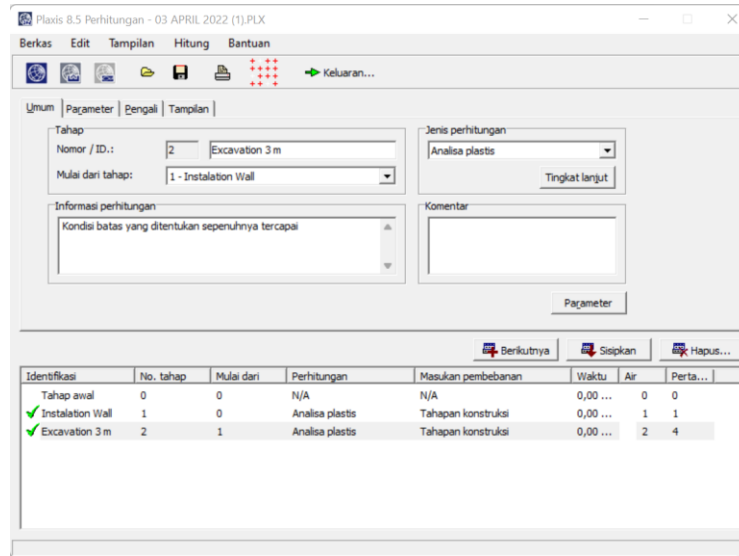
- 1) Luas Area (A) = 135,3 cm²
- 2) Inersia (I) = 8630 cm⁴
- 3) Modulus Elastisitas Baja = 200000 Mpa
- 4) EA = 2706000 kN/m²
- 5) EI = 17260 kN/m
- 6) w = 16,86 kN/m

c. Model Tanah Pada Plaxis



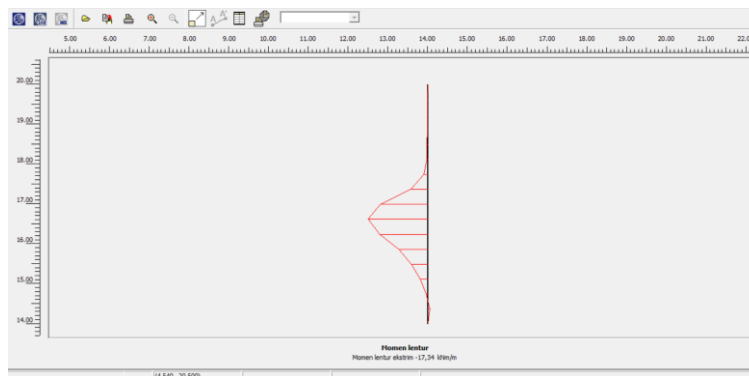
Perencanaan Penggunaan Sheet Pile pada Proyek Pembangunan Fasilitas Perkeretaapian Untuk Manggarai S/D Jatinegara Paket A Tahap II “Mainline I”

d. Pengecekan Sheet Pile Menggunakan Plaxis

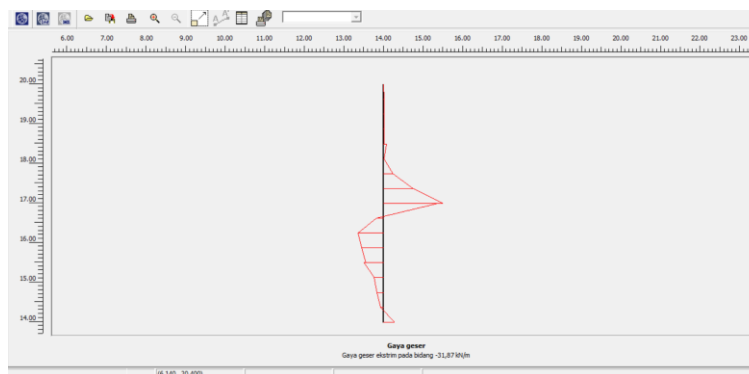


e. Hasil Pengecekan menggunakan Plaxis

- Momen yang terjadi akibat pembebanan dan pelaksanaan pekerjaan



- Gaya Geser yang terjadi akibat pembebanan dan pelaksanaan pekerjaan



- Sheet Pile yang digunakan masih dapat menahan beban yang ada, dengan rincian sebagai berikut:
 - a. Momen pada perhitungan sheet pile sebesar 17,34 kN.m
 - b. Momen maksimal sebesar $0,8 \times 17,34 = 13,872$ kN.m
 - c. $284,13 \text{ kN.m} > 13,872$ sehingga Momen nominal lebih besar dari Momen maksimal

Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari laporan perhitungan sheet pile ini adalah sebagai berikut: a). Sheet Pile dengan Dimensi yang digunakan mampu menahan beban kereta, ketika proses galian dilaksanakan. b). Perhitungan sheet pile menggunakan perhitungan manual menghasilkan nilai Momen sebesar - 16,929 kN.m, Nilai Geser sebesar 3,867 kN dengan hasil sheet pile mampu menahan beban yang bekerja. c). Perhitungan sheet pile menggunakan perhitungan plaxis menghasilkan nilai Momen sebesar - 16,929 kN.m, Nilai Geser sebesar 3,867 kN dengan hasil sheet pile mampu menahan beban yang bekerja.

BIBLIOGRAFI

- Kementrian Perhubungan Republik Indonesia. “Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api” Kementrian Perhubungan Republik Indonesia. Jakarta. 2012
- Kementrian Perhubungan Republik Indonesia. “Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 36 Tahun 2011 tentang Perpotongan dan/atau Persinggungan antara Jalur Kereta Api dengan Bangunan Lain” Kementrian Perhubungan Republik Indonesia. Jakarta. 2011
- Standar Nasional Indonesia. “Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung” Departemen Pekerjaan Umum SNI 03-1729-2002. Jakarta. 2002
- Christady, Hary. “Analisis dan Perancangan Fondasi Bagian 1” Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 2011
- M. Das, Braja. “Mekanika Tanah Jilid I” Institute Teknologi 10 Nopember. Surabaya. 1995

Copyright holder:

Badzlina Harvy Nesya, Haryono Putro (2022)

First publication right:

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

