

## ANALISIS DINDING PENAHAN TANAH DI DAERAH ALIRAN SUNGAI MENGUNAKAN PROGRAM MIDAS GTS NX

James Bastian Halim<sup>1</sup> dan Chaidir Anwar Makarim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta  
*james.325160086@stu.untar.ac.id*

<sup>2</sup> Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta  
*Chaidir259@gmail.com*

Masuk: 30-06-2020, revisi: 25-07-2020, diterima untuk diterbitkan: 04-08-2020

### ABSTRACT

*A retaining wall at a river bend in Depok cannot hold the soil behind the wall that cause the wall collapses and the soil landslide. The retaining wall is using shallow foundation. Therefore, a new wall is needed to prevent the land from sliding. The research method was using finite element method and Midas GTS NX program using 1 boring log data, 40cmx40cm for pole size and three types of walls with different capping beam size. In this analysis, the value of L2 is smaller than L1, which indicated an unusual thing, in general the value of L2 is equal or greater than L1, L1 is length of the free pole and L2 is length of the pole through the ground surface. The value of L1 can increase due to the river currents eroding riverbeds. The analysis showed the three types of walls has fulfilled the maximum limit of lateral deformation 8.4cm and maximum limit moment from the brochure 224.2kNm. From the three types of wall, type 1 wall is selected with displacement value of 2.454cm and a maximum moment of 116.592kNm. Type 1 wall were chosen because it require a minimum cost of Rp 458.821.479,072 less than others.*

*Keywords: retaining wall; pile; capping beam; river; finite element method*

### ABSTRAK

Dinding penahan tanah disebuah tikungan sungai di Depok tidak dapat menahan tanah yang berada di belakangnya sehingga dinding tersebut roboh dan menyebabkan tanah di belakang dinding longsor. Dinding penahan tanah tersebut didesain dengan menggunakan pondasi dangkal. Oleh karena itu, diperlukan dinding penahan tanah yang baru dengan menggunakan tiang pancang untuk mencegah longsor lagi. Metode penelitian dilakukan dengan menggunakan metode elemen hingga dengan bantuan program Midas GTS NX dengan menggunakan 1 data boring log, ukuran tiang 40cmx40cm dan tiga tipe dinding dengan ukuran capping beam yang berbeda. Dalam analisis ini, besarnya nilai L2 lebih kecil dari L1 yang menunjukkan hal tidak lazim yang pada umumnya besarnya nilai L2 sama atau lebih besar dari L1 dimana L1 merupakan panjang tiang bebas dan L2 merupakan panjang tiang menembus permukaan tanah. Besarnya nilai L1 dapat meningkat akibat adanya arus sungai yang menggerus dasar sungai. Hasil analisis menunjukkan ketiga tipe dinding telah memenuhi syarat batas maksimum deformasi lateral dinding sebesar 8.4cm dan batas maksimum momen dari brosur 224.2kNm. Dari ketiga tipe dinding tersebut dipilih dinding tipe 1 dengan nilai displacement sebesar 2.454cm dan momen maksimum 116.592kNm. Dinding tipe 1 dipilih karena membutuhkan biaya paling minimum sebesar Rp 458.821.479,072 lebih kecil dibandingkan dengan tipe lainnya.

Kata kunci: dinding penahan tanah; tiang pancang; *capping beam*; sungai; metode elemen hingga

### 1. PENDAHULUAN

Dinding penahan tanah merupakan konstruksi yang dibuat untuk menahan tanah agar tidak terjadi longsor. Beberapa parameter yang perlu diperhatikan dalam analisis dinding penahan tanah antara lain tipe dinding, tekanan lateral tanah, berat jenis tanah, dan kondisi tanah. Selain itu, dalam menganalisis dinding penahan tanah perlu juga memperhatikan gaya guling, geser, serta daya dukung tanah dari dinding yang telah didesain tersebut.

Sebuah dinding penahan tanah yang berada di tikungan sungai di Depok terbuat dari pasangan batu gagal untuk menahan tanah dibelakangnya. Dinding tersebut sudah didesain sebanyak empat kali, namun masih terus mengalami kegagalan. Kegagalan yang terjadi diakibatkan oleh terjadinya hujan yang menyebabkan kenaikan air

sungai yang mempengaruhi dinding penahan tersebut. Dinding penahan tanah yang sudah didesain sebelumnya menggunakan pondasi dangkal tidak dapat menahan tanah dan arus sungai sehingga dinding penahan tanah tersebut longsor. Oleh karena itu, diperlukan dinding penahan tanah yang baru yang dapat menahan tanah tersebut agar tidak longsor. Dinding penahan tanah yang baru didesain dengan menggunakan pondasi dalam berupa tiang pancang yang disusun memanjang dan diikat dengan *capping beam*.

Dalam menganalisis kekuatan dinding penahan tanah, salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode elemen hingga. Kelebihan dari metode ini adalah dapat menunjukkan perilaku kekakuan dari dinding penahan tanah yang sudah didesain dan dapat menunjukkan titik-titik kritis yang rawan dari dinding penahan tanah tersebut.

Semakin berkembangnya teknologi, maka muncul beberapa *software* yang dapat mempermudah dalam menganalisis dinding penahan tanah. Salah satu *software* yang dapat digunakan adalah *Midas GTS NX*. *Midas GTS NX* merupakan sebuah program komputer yang dapat mempermudah dalam menganalisis dinding penahan tanah menggunakan metode elemen hingga dan dapat memberikan hasil yang lebih optimal dan lebih akurat. Dalam program *Midas GTS NX* hasil *output* yang dihasilkan berupa *displacement*, *stress* dan *moment*.

Tujuan dilakukannya analisis dinding penahan tanah adalah untuk mengetahui apakah dinding penahan tanah dapat menahan tanah dan mencegah terjadinya longsor dengan membandingkan nilai *displacement* dan *bending moment* yang terjadi pada dinding.

### Dinding penahan tanah

Dinding penahan tanah adalah sebuah struktur yang berfungsi untuk menahan timbunan tanah yang berada dibelakangnya untuk mencegah terjadinya longsor. Namun, material yang ditahan dapat memberi dorongan terhadap dinding penahan tanah yang menyebabkan dinding penahan tanah tersebut terguling dan tergeser (Dhamdhare, Rathi, & Kolase, 2018)

### N-SPT

Uji penetrasi standar (SPT) merupakan salah satu cara pengujian tanah yang dilakukan untuk memperoleh parameter fisik maupun kekuatan tanah. Dalam uji SPT akan diperoleh sampel tanah per lapisan tanah dan nilai N-SPT. Nilai N-SPT menunjukkan jumlah pukulan yang diperlukan untuk mencapai kedalaman tertentu. Nilai N-SPT dapat digunakan untuk menentukan kohesi tanah ( $c$ ), sudut geser dalam ( $\phi$ ), *relative density* ( $D_r$ ), *undrained shear strength* ( $S_u$ ) dan gelombang geser tanah ( $V_s$ ).

### Modulus young (Es)

Modulus young merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan yang menunjukkan kemampuan suatu material untuk kembali ke bentuk semula apabila diberi suatu gaya dan menggambarkan kekakuan suatu material. Apabila nilai modulus young semakin besar maka, perubahan bentuk akibat tegangan semakin kecil. Nilai modulus elastisitas dapat dilihat pada Tabel.1.

Tabel 1. Hubungan jenis tanah dan modulus elastisitas

Jenis Tanah	Es (kN/m <sup>2</sup> )
	500 (N+15)
<i>Sand (Normally Consolidated)</i>	7000 N 0,5 6000 N (15000-22000) ln N
<i>Sand (Saturated)</i>	250 (N+15)
<i>Sand, all (Normally Consolidated)</i>	(2600-2900) N
<i>Sand (overconsolidated)</i>	4000 + 1050 N
<i>Gravelly Sand</i>	1200 (N+6) 600 (N+6), N<15
<i>Clayey Sand</i>	320 (N+15)
<i>Silt, Sandy Silt or Clayey Silt</i>	300 (N+6)

(Sumber: Bowles, 1997)

**Poisson ratio ( $\nu$ )**

*Poisson ratio* merupakan rasio perbandingan antara regangan horisontal dengan regangan vertikal. Nilai *poisson ratio* ditentukan sebagai rasio kompresi poros terhadap regangan pemuaian lateral (Sabina, 2020). Nilai *poisson ratio* dapat dilihat pada Tabel.2.

Tabel 2. Hubungan jenis tanah dan *poisson ratio*

Type of Soil	Poisson's Ratio ( $\nu$ )
Clay, saturated	0,4 - 0,5
Clay, unsaturated	0,1 - 0,3
Sand clay	0,2 - 0,3
Silt	0,3 - 0,35
Sand, gravelly sand	0,1 - 1
Commonly used	0,3 - 0,4
Rock (depends somewhat on type of rock)	0,1 - 0,4
Loess	0,1 - 0,3
Ice	0,36
Concrete	0,15
Steel	0,33

(Sumber: Bowles, 1997)

**Berat jenis ( $\gamma$ )**

Berat jenis merupakan perbandingan antar massa suatu benda dengan volume atau kerapatan suatu partikel secara keseluruhan. Berat jenis saturasi adalah berat tanah ketika pori-pori yang kosong pada suatu tanah terisi oleh air sepenuhnya dan tidak ada udara. Nilai berat jenis dapat dilihat pada Tabel.3.

Tabel 3. Hubungan antara jenis tanah dan berat jenis

Soil	$\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
Gravel	20 - 22	15 - 17
Sand	18 - 20	13 - 16
Silt	18 - 20	14 - 18
Clay	16 - 22	14 - 21

(Sumber: John Wiley & Sons, 2000)

**Sudut geser dalam ( $\phi$ )**

Sudut geser dalam merupakan sudut yang terbentuk jika suatu material diberi tegangan atau gaya yang melebihi tegangan gesernya atau terbentuk akibat dari tegangan normal dengan tegangan geser suatu material. Nilai sudut geser dalam diperoleh dari kekasaran antara butiran tanah dan pada umumnya nilai sudut geser dalam yang besar ditemukan pada tanah berbutir. Nilai sudut geser dalam dapat dilihat pada Tabel.4.

Tabel 4. Hubungan antara jenis tanah dan sudut geser dalam

Soil	Density / Consistency	$\phi$ (°)
Sands	Very Loose	< 30
	Loose	30 - 35
	Medium Dense	35 - 38
	Dense	38 - 41
	Very Dense	41 - 44

(Sumber : Ankita, 2019)

Lanjutan Tabel 4. Hubungan antara jenis tanah dan sudut geser dalam

<i>Soil</i>	<i>Density / Consistency</i>	$\phi$ (°)
<i>Cohesive Soils</i>	<i>Very Soft</i>	N/A
	<i>Firm</i>	N/A
	<i>Stiff</i>	N/A
	<i>Very Stiff</i>	N/A
	<i>Hard</i>	N/A

(Sumber: Ankita, 2019)

### Kohesi (c)

Kohesi merupakan gaya tarik menarik antara partikel yang sejenis. Nilai kohesi muncul akibat adanya lekatan antara nilai N-SPT dengan butiran tanah. Nilai kohesi dapat dilihat pada Tabel.5.

Tabel 5. Hubungan antara jenis tanah dan kohesi

N-SPT	Kohesi (c) (kN/m <sup>2</sup> )
< 2	12,5
2 - 4	12,5 - 25
4 - 8	25 - 50
8 - 15	50 - 100
15 - 30	100 - 200
> 30	> 200

(Sumber: Ameratunga, Sivakugan, & Das, 2015)

### Koefisien tekanan lateral diam

Koefisien tekanan lateral diam merupakan keadaan dimana dinding tidak bergerak dan tanah berada dalam keseimbangan elastis (*elastic equilibrium*) (Leonsius, 2012). Nilai koefisien tekanan lateral diam dapat dilihat pada Tabel.6.

Tabel 6. Hubungan antara jenis tanah dan koefisien tekanan lateral diam

<i>Soil</i>	OCR = 1	OCR = 2	OCR = 5	OCR = 10
<i>Loose Sand</i>	0,50	0,65	1,10	1,50
<i>Medium Dense Sand</i>	0,40	0,60	1,05	1,55
<i>Dense Sand</i>	0,35	0,55	1,00	1,50
<i>Silt</i>	0,50	0,70	1,10	1,60
<i>Lean Clay, CL</i>	0,60	0,80	1,20	1,65
<i>High Plasticity Clay, CH</i>	0,65	0,80	1,10	1,40

(Sumber: Gouw, 2009)

### Metode elemen hingga

Metode elemen hingga (*Finite Element Method*) merupakan salah satu metode numerik yang membuat persamaan matematis dengan berbagai pendekatan dan rangkaian persamaan aljabar yang melibatkan nilai-nilai pada titik-titik diskrit pada bagian yang dievaluasi. Pada metode elemen hingga, daerah yang dianalisis dibagi menjadi beberapa elemen (Hamdhan & Pratiwi, 2017)

## 2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian yang dilakukan ini, terdapat beberapa tahapan yaitu:

- Tahap pertama, menentukan data perencanaan yang akan digunakan untuk analisis.
- Tahap kedua, mengumpulkan teori-teori yang digunakan untuk melakukan analisis dinding penahan tanah menggunakan tiang pancang dengan metode elemen hingga berupa buku-buku, jurnal dan *tutorial*.

- Tahap ketiga, mengkorelasikan data-data tanah yang sudah didapat dan menentukan parameter-parameter yang dibutuhkan untuk analisis.
- Tahap keempat, melakukan *input* pada program dari data-data tanah yang sudah dikorelasikan dan melakukan analisis dinding penahan tanah.
- Tahap kelima, membandingkan hasil output berupa *displacement* yang didapat dari SNI 8460-2017 dan *bending moment* yang didapat dari brosur.
- Tahap keenam, pemilihan tipe dinding dengan membandingkan harga yang dibutuhkan oleh setiap desain dinding penahan tanah.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis dilakukan dengan menggunakan metode elemen hingga dengan bantuan program *Midas GTS NX* dengan menggunakan 1 data *borlog*. Tabel 7 menggambarkan parameter tanah yang digunakan untuk diinput dalam program *Midas GTS NX*:

Tabel 7. Parameter tanah

Kedalaman (m)	Jenis Tanah	N-SPT	N-SPT Koreksi	Es (kN/m <sup>2</sup> )	v	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	c (kN/m <sup>2</sup> )	K <sub>0</sub>
0-6	<i>Silt</i>	5	5	3300	0,35	18	20	-	31,25	0,5
6-8	<i>Silt</i>	12	12	5400	0,35	18	20	-	78,57	0,5
8-12	<i>Clay</i>	38	26	9600	0,45	21	22	-	146,667	0,65
12-16	<i>Sand</i>	50	32	11750	0,1	16	20	41	-	0,35
16-20	<i>Silt</i>	50	32	11400	0,35	18	20	-	250	0,5
Beton K-500	-	-	-	30277632,0078	0,2	24	24	-	-	-

#### Tipe dinding

Dalam analisis ini, ada tiga tipe dinding yang digunakan. Tabel 8 menjelaskan tipe dinding dan jarak antar tiang yang digunakan:

Tabel 8. Tipe dinding

Tipe Dinding	Ukuran <i>Capping Beam</i>	Jarak Antar Tiang
Tipe 1	80 cm x 40 cm	80 cm
Tipe 2	60 cm x 40 cm	60 cm
Tipe 3	60 cm x 40 cm	40 cm

#### Deformasi lateral

Batasan deformasi lateral izin dinding penahan tanah mengikuti SNI 8460:2017 yang ditentukan oleh kondisi tanah, kedalaman galian serta jarak dan kondisi gedung terdekat yang besarnya ditentukan oleh tabel dibawah ini.

Tabel 9. Batas maksimum deformasi lateral dinding (SNI 8460:2017)

Batas Maksimum Deformasi Lateral pada Dinding	Lokasi Gedung dan Infrastruktur Eksisting Terdekat			
Batas Maksimum Deformasi Lateral pada Dinding	Zona 3 ( $x/H > 2$ )			
Keterangan: x = jarak dari batas galian, H = kedalaman galian, $\delta w$ = defleksi dinding	Zona 1 ( $x/H < 1$ )	Zona 2 ( $1 \leq x/H \leq 2$ )	Tanah Tipe A	Tanah Tipe B
Batas izin maksimum deformasi ( $\delta w/H$ )	0,5 %	0,7 %	0,7 %	1,0 %
Keterangan:				

- a) Tanah Tipe A meliputi: tanah lempung dan lanau *overconsolidated (over-consolidated stiff clays dan silts)*, tanah residual (*residual soils*), dan tanah pasir dengan kepadatan sedang sampai dengan padat (*medium to dense sands*).
- b) Tipe Tanah B meliputi: tanah lempung dan lanau lunak (*soft clays, silts*), tanah organik (*organic soils*) dan tanah timbunan tidak terpadatkan (*loose fills*).

Dengan demikian, batas maksimum deforasi lateral dinding adalah sebesar 8.4 cm. Variabel  $x$  menunjukkan jarak ke gedung terdekat sedangkan dilokasi tidak terdapat gedung disekitarnya sehingga didapat nilai  $x/H > 2$ .

### Momen maksimum

Batasan momen maksimum yang dapat dipikul oleh tiang dilihat berdasarkan brosur tiang yang diproduksi oleh salah satu produsen tiang. Brosur yang digunakan merupakan tiang yang diproduksi oleh PT Wijaya Karya Beton Tbk. Dengan demikian, digunakan tiang dengan ukuran 40 cm x 40 cm tipe D dengan batas momen maksimum sebesar 224.2 kNm. Brosur tiang beton K-500 dapat dilihat pada Gambar 1.

PRESTRESSED CONCRETE SQUARE PILES SPECIFICATION												
Concrete Compressive Strength $f_c' = 42 \text{ MPa}$ (Cube 500 kg/cm <sup>2</sup> )												
Unit Conversion : 1 ton = 9.8060 kN												
Size (mm)	Cross Section (cm <sup>2</sup> )	Section Inertia (cm <sup>4</sup> )	Unit Weight (kg/m)	Class	Bending Moment		Allowable Compression (ton)	Decompression Tension (ton)	Length of Pile* (m)	Splice Class		
					Crack (ton.m)	Ultimate (ton.m)				Compatible to Body	Optional	
200 x 200	400	13,333	100	A	1.55	2.65	49.08	27.47	6 - 9	I	II	
					2.29	3.46	81.40	28.10	6 - 10	III	IV	
					B	2.52	4.33	79.62	34.80	6 - 11	II	-
250 x 250	625	32,552	156	A	C	2.78	5.19	77.92	41.30	6 - 11	I	II
					B	3.64	5.19	118.59	35.40	6 - 11	IV	V
					B	3.98	6.23	116.76	42.20	6 - 11	III	IV/V
300 x 300	900	67,500	225	A	C	4.48	7.47	114.66	50.20	6 - 12	II	-
					C	4.92	9.34	111.60	61.90	6 - 12	I	III/IV/V
					B	5.33	6.57	163.98	38.60	6 - 11	III	IV
350 x 350	1,225	125,052	306	A	B	6.07	8.72	160.68	50.90	6 - 12	II	-
					C	6.63	10.90	157.45	63.10	6 - 12	I	IV
					D	7.30	13.08	154.32	75.00	6 - 13	I	III/IV
400 x 400	1,600	213,333	400	A	A	7.89	9.96	213.96	51.40	6 - 12	IV	V
					B	8.71	12.45	210.60	63.80	6 - 12	III	IV/V
					C	9.51	14.95	207.32	76.00	6 - 13	II	III/IV/V
450 x 450	2,025	341,719	506	A	D	11.82	22.42	198.01	111.60	6 - 14	I	II/III/IV/V
					A	11.17	14.01	270.98	64.30	6 - 12	III	IV
					B	12.10	16.81	267.61	76.80	6 - 13	III	IV
500 x 500	2,500	520,833	625	A	C	13.01	19.62	264.30	89.10	6 - 13	II	III/IV
					D	14.78	25.22	257.88	113.30	6 - 14	I	II/III/IV
					A	15.16	18.68	335.12	77.30	6 - 13	III	IV
				B	B	16.19	21.79	331.72	89.90	6 - 13	II	III/IV
					C	17.21	24.91	328.38	102.20	6 - 14	I	II/III/IV
					D	18.22	28.02	325.09	114.50	6 - 14	I	II/III/IV

Note : \*) Length of pile may exceed usual standard whenever lifted in certain position

Gambar 1. Brosur tiang K-500 (Sumber: PT Wijaya Karya Beton, 2017)

### Hasil analisis

Setelah melakukan analisis dengan program *Midas GTS NX*, didapat besarnya *displacement* dan *bending moment* dari program *Midas GTS NX*. Berikut tabel rangkuman dari hasil analisis:

Tabel 10. Hasil analisis

Type Dinding	Displacement	Bending Moment
Type 1	2,454 cm	116,592 kNm
Type 2	2,459 cm	112,861 kNm
Type 3	2,459 cm	112,859 kNm

### Analisis harga

Setelah mendapatkan besarnya nilai *displacement* dan momen maksimum dari setiap desain yang digunakan, ketiga desain tersebut memenuhi syarat deformasi lateral dan momen maksimum yang sudah ditentukan. Oleh karena itu, perlu dianalisis harga untuk mengetahui biaya minimum dari setiap desain. Harga yang dianalisis hanya harga material tanpa memperhitungkan biaya pekerja dan alat yang digunakan. Harga tiang yang digunakan merupakan tiang yang diproduksi oleh PT Gemilang Beton Precast. Daftar harga *square pile* dapat dilihat pada Tabel.11 dan analisis harga beton K-500 dapat dilihat pada Tabel.12

Tabel 11. Daftar harga *square pile* (Tiang 6 meter)

Spesifikasi	Terkirim/meter (Rp/meter)(tiang 6 meter)
SQ 20 x 6 S (4xd 10 mm)	110.911,00
SQ 20 x 6 D (4xd 10 mm)	115.238,00
SQ 20 x 6 S (4xd 13 mm)	129.986,00
SQ 20 x 6 D (4xd 13 mm)	134.313,00
SQ 25 x 6 S (4xd 13 mm)	170.396,00
SQ 25 x 6 D (4xd 13 mm)	177.451,00
SQ 25 x 6 S (4xd 16 mm)	194.922,00
SQ 25 x 6 D (4xd 16 mm)	201.977,00
SQ 30 x 6 S (6xd 13 mm)	257.668,00
SQ 30 x 6 D (6xd 13 mm)	267.262,00
SQ 30 x 6 S (4xd 16 mm)	258.576,00
SQ 30 x 6 D (4xd 16 mm)	268.534,00
SQ 35 x 6 S (8xd 13 mm)	343.019,00
SQ 35 x 6 D (8xd 13 mm)	356.045,00
SQ 35 x 6 S (6xd 16 mm)	356.191,00
SQ 35 x 6 D (6xd 16 mm)	369.216,00
SQ 40 x 6 S (8xd 13 mm)	416.864,00
SQ 40 x 6 D (8xd 13 mm)	432.468,00
SQ 40 x 6 S (6xd 16 mm)	430.036,00
SQ 40 x 6 D (6xd 16 mm)	445.639,00

(Sumber:PT Gemilan Beton Precast, 2016)

Tabel 12. Analisis harga satuan beton K-500

No	Komponen	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
	Pekerja (L01)	Jam	5.3012	-	-
	Tukang (L02)	Jam	1.7671	-	-
	Mandor (L03)	Jam	0.4418	-	-
	JUMLAH TENAGA KERJA				-
B	BAHAN				
	Semen (M12)	Kg	466.8522	-	-
	Pasir (M01)	m3	0.3631	-	-
	Agregat Kasar (M03)	m3	0.6588	-	-
	Kayu Perancah (M19)	m3	0.15	-	-
	Paku (M18)	Kg	1.5	-	-
	JUMLAH HARGA BAHAN				-
C	PERALATAN				
	Conc. Mixer (E06)	Jam	0.4418	-	-
	Water Tanker (E23)	Jam	0.0527	-	-
	Con. Vibrator (E20)	Jam	0.4418	-	-
	Con. Pump (E28)	Jam	0.4418	-	-
	Alat Bantu	Ls	1	-	-
	JUMLAH HARGA ALAT				-
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan dan Peralatan (A+B+C)				-
E	Overhead & Profit		10% x D		-
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				-

(Sumber: (Munawars, 2015))

Analisis harga satuan bahan beton K-500 dapat dilihat pada Tabel.13 dan rangkuman biaya dinding penahan tanah dapat dilihat pada Tabel.14.

Tabel 13. Analisis harga satuan bahan beton K-500

No	Komponen	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
B	BAHAN				
	Semen (M12)	Kg	466.8522	Rp 1.300,00	Rp 606.907,86
	Pasir (M01)	m3	0.3631	Rp 300.000,00	Rp 108.930,00
	Agregat Kasar (M03)	m3	0.6588	Rp 360.400,00	Rp 237.431,52
	Kayu Perancah (M19)	m3	0.15	Rp 3.250.000,00	Rp 487.500
	Paku (M18)	Kg	1.5	Rp 17.000	Rp 25.500,00
JUMLAH HARGA BAHAN					Rp 1.466.269,38

Tabel 14. Rangkuman biaya dinding penahan tanah

Tipe Dinding	Harga
Tipe 1	Rp 458.821.479,072
Tipe 2	Rp 595.339.755,04
Tipe 3	Rp 882.452.493,024

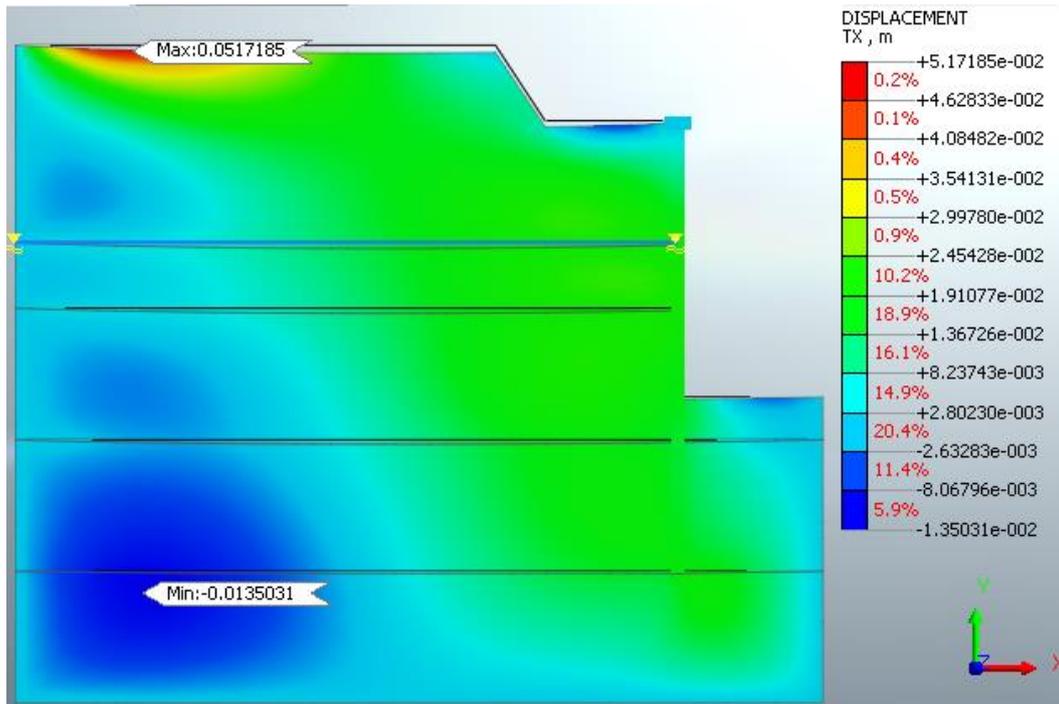
### Pemilihan tipe dinding

Setelah melakukan analisis, ada hal yang jarang terjadi yaitu nilai L2 lebih kecil daripada L1 namun hal tersebut masih dapat dipertanggungjawabkan karena pada kondisi tanah tertentu nilai L2 dapat lebih kecil daripada nilai L1. Pada umumnya nilai L2 sama atau lebih besar dari L1. L1 merupakan panjang tiang bebas sepanjang 8.4 m dan L2 merupakan panjang tiang yang menembus permukaan tanah sepanjang 5.6 m. Nilai L1 dan L2 dihitung dari ujung tiang dimana ujung tiang berada 2.3 m dibawah permukaan tanah. Besarnya nilai L1 dapat meningkat akibat adanya arus dari sungai yang menggerus dasar sungai. Untuk mengurangi dampak gerusan tersebut, dapat dipasang batu-batu untuk pemecah gelombang di sisi terbuka tiang.

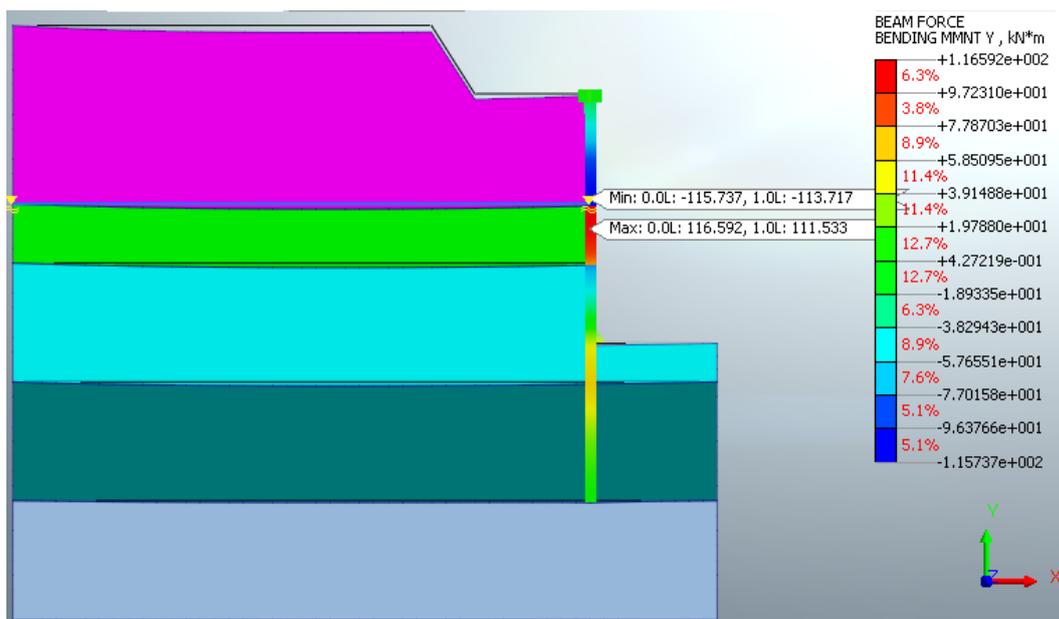
Selain itu, melihat data tanah yang memiliki kenaikan nilai N-SPT yang cukup drastis dari kedalaman 8 meter, ada kemungkinan tiang akan sulit untuk dipancang. Oleh karena itu, dapat dilakukan *preboring* terlebih dahulu sebelum dipancang. Untuk penggunaan ukuran mata bor dapat disesuaikan dengan ukuran tiang pancang yang idealnya ukuran mata bor lebih kecil dari ukuran tiang pancang supaya didapatkan friksi tiang pancang yang maksimal.

Hasil *output* menunjukkan tiga tipe dinding yang digunakan dengan ukuran tiang 40 cm x 40 cm telah memenuhi syarat batas maksimum deformasi lateral dan batas momen maksimum dari brosur tiang, sehingga perlu dilakukan analisis harga untuk menentukan tipe dinding yang membutuhkan biaya paling minimum. Setelah dilakukan analisis harga, dinding tipe 1 membutuhkan biaya paling minimum sebesar Rp 458.821.479,072. *Displacement* maksimum yang terjadi pada dinding tipe 1 sebesar 2.454 cm dan momen maksimum yang terjadi sebesar 116.592 kNm.

Dinding tipe 1 yang jarak antar tiangnya 80 cm akan menyisakan *spacing* yang dapat membuat tanah longsor ke sungai sehingga dibutuhkan pelat beton untuk menjaga tanah tersebut. Selain itu, pelat beton juga dapat memastikan beban tanah terbagi rata ke setiap tiang. Namun, karena pada analisis ini dinding dimodelkan dengan model 2 dimensi, pelat beton tidak dapat dimodelkan namun sudah teranalisis dalam program *Midas GTS NX*. Gambar.2 menunjukkan besarnya nilai *displacement* dari dinding tipe 1. Gambar.3 menunjukkan besarnya nilai *bending moment* dari dinding tipe 1.



Gambar 2. Displacement dinding tipe 1



Gambar 3. Bending moment dinding tipe 1

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### Kesimpulan

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, didapatkan beberapa hal yang dapat disimpulkan yaitu:

1. Desain yang telah dianalisis sudah memenuhi syarat deformasi lateral dari SNI 8460:2017 dan juga batas momen maksimum dari brosur spesifikasi tiang yang diproduksi oleh PT Wijaya Karya Beton Tbk. Desain yang dimaksud adalah desain Tipe 1, Tipe 2 dan Tipe 3. Desain Tipe 1 menghasilkan *displacement* sebesar 2.454 cm lebih kecil dari batas maksimum deformasi lateral dinding sebesar 8.4 cm dan momen maksimum sebesar 116.592 kNm lebih kecil dari batas momen maksimum pada tiang sebesar 224.2 kNm. Desain Tipe 2 menghasilkan *displacement* sebesar 2.459 cm lebih kecil dari batas maksimum deformasi lateral dinding

sebesar 8.4 cm dan momen maksimum sebesar 112.861 kNm lebih kecil dari batas momen maksimum pada tiang sebesar 224.2 kNm. Desain Tipe 3 menghasilkan *displacement* sebesar 2.459 cm lebih kecil dari batas maksimum deformasi lateral dinding sebesar 8.4 cm dan momen maksimum sebesar 112.859 kNm lebih kecil dari batas momen maksimum pada tiang sebesar 224.2 kNm. Dalam analisis ini terdapat hal yang tidak biasa dimana besarnya nilai L2 lebih kecil dari nilai L1 yang pada umumnya nilai L2 sama atau lebih besar dari nilai L1. L1 merupakan panjang tiang bebas dan L2 merupakan panjang tiang menembus permukaan tanah.

2. Model dinding penahan tanah yang digunakan dalam analisis menggunakan program Midas GTS NX ada 3 yaitu Tipe 1 dengan ukuran capping beam 80 cm x 40 cm dengan jarak antar tiang 80 cm, Tipe 2 dengan ukuran capping beam 60 cm x 40 cm dengan jarak antar tiang 60 cm dan Tipe 3 dengan ukuran capping beam 60 cm x 40 cm dengan jarak antar tiang 40 cm.
3. Desain yang paling cocok digunakan adalah desain Tipe 1 karena membutuhkan biaya yang paling murah sebesar Rp 458.821.479,072 lebih murah dibandingkan desain Tipe 2 dan desain Tipe 3.

## Saran

Berdasarkan proses analisis yang telah dilakukan, ditemukan beberapa masalah dan anomali baru yang belum dapat terpecahkan. Oleh karena itu, peneliti memberi saran untuk penelitian selanjutnya berupa:

1. Analisis dilakukan pada daerah aliran sungai dimana ada pergerakan air atau hidrodinamika sehingga perlu dilakukan perhitungan hidrodinamika agar mendapatkan hasil yang lebih optimal.
2. Dalam menganalisis harga yang digunakan, lebih baik menggunakan daftar harga dan brosur dari produk yang sama agar harga yang didapat lebih efisien.
3. Dinding penahan tanah dianalisis sebagai model 2 dimensi, akan lebih baik apabila dinding penahan tanah dianalisis sebagai model 3 dimensi agar pelat beton untuk menahan tanah dan memastikan beban tanah terbagi rata ke setiap tiang dapat dimodelkan sehingga menghasilkan analisis yang lebih optimal.
4. Data tanah yang diperoleh ada 2 jenis yang berupa data dari boring log dan data dari dutch cone penetration test, akan lebih baik apabila dalam mengkorelasi data tanah yang akan digunakan untuk analisis menggunakan kedua data tersebut agar mendapat hasil yang lebih optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ameratunga, Jay, Nagaratnam Sivakugan and Braja Das. *Correlations of Soil and Rock Properties in Geotechnical Engineering*. India: Springer, 2015.
- Ankita. *14-485 Capstone Geotechnical Module*. 17 September 2019. 10 Maret 2020. <<https://www.scribd.com/document/426219857/14-485capstonegeotechnicalmodule-pdf>>.
- Badan Standardisasi Nasional. *Persyaratan Perencanaan Geoteknik (SNI 8460:2017)*. Jakarta: BSN 2017, 2017.
- Beton, PT Wijaya Karya. *PC Piles*. 14 November 2017. 5 May 2020. <<https://www.wika-beton.co.id/uploads/2-PC-PILES.pdf>>.
- Bowles, Joseph E. *Analisis dan Disain Pondasi, Jilid 1*. Jakarta: Erlangga, 1997.
- Budhu, Muni. *Soil Mechanics and Foundation*. United States of America: John Wiley and Sons, 2000.
- Dhamdhare, D. R., Dr. V.R. Rathi and Dr. P.K. Kolase. "Design And Analysis Of Retaining Wall." *International Journal Of Management, Technology And Engineering* (2018).
- Gouw, Tjje Liong. *Ground Settlement*. Jakarta, 2009.
- Hamdhan, Indra Noer and Desti Santi Pratiwi. "Analisis Stabilitas Lereng Dalam Penanganan Longsoran di Jalan Tol Cipularang Km. 91+200 dan Km. 92+600 Menggunakan Metode Elemen Hingga (FEM)." (2017).
- Leonsius, Calvin. "Analisis Dinding Perkuatan Tanah Dengan Georid Menggunakan Metode Satu Baji (Single Wedge Method) Dan Dua Baji (Two Part Wedge Method)." (2012).
- Munawars, Andi. *Analisis Beton K-500*. 11 November 2015. 15 May 2020. <<https://www.scribd.com/doc/289345883/Analisis-Beton-K-500>>.
- Preacast, PT Gemilan Beton. *Harga Square Pile*. 11 February 2016. 16 May 2020. <<http://gemilanbetonprecast.blogspot.com/search?updated-max=2016-02-11T23:52:00-08:00&max-results=7&m=0>>.
- Sabina, Novia. "Proses Analisis Dinding Galian Basement 7 lantai dengan Metode Elemen Hingga." *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil Vol. 3, No. 1* (2020): 49-58.