

Analisis Perancangan Dinding Penahan Tanah untuk *Seawater Intake* Pembangkit Listrik Tenaga Uap

Ibadurrahman Adz Dzikro*

Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia
E-mail: i.adzdzikro@gmail.com

Sarah Via Mades Aweka

Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia
E-mail: sarahviam70@gmail.com

Azka Syarifa Amani

Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia
E-mail: azkasyarifa@gmail.com

Harum Kurnia Jayanti

Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia
E-mail: harumkjayanti@gmail.com

Andhika Sahadewa

Indonesian Geotechnical Institute, Yogyakarta, Indonesia
E-mail: sahadewa@itb.ac.id

Abstrak

Penanganan dinding penahan tanah pada proyek seawater intake PLTU merupakan bagian krusial dalam menjaga kestabilan bangunan di bawah permukaan tanah. Konstruksi dinding penahan tanah dipilih berdasarkan kedalaman galian, jenis tanah, ketinggian Muka Air Tanah (MAT), dan beban yang ditahan. Metode perhitungan gaya lateral menggunakan teori Rankine dan Coulomb dengan parameter-parameter tanah yang ditentukan. Studi kasus dilakukan pada area seawater intake PLTU Jawa 9 & 10 Suralaya di Suralaya, Cilegon, Banten. Proses perancangan melibatkan interpretasi data tanah, penentuan kelas situs, dan analisis stabilitas menggunakan perangkat lunak MIDAS GTS NX. Desain dinding penahan tanah dibagi menjadi dua bagian, dengan menggunakan dinding diafragma dan secant pile. Penggunaan perkuatan lateral berupa angkur tanah disesuaikan dengan ketentuan SNI 8460-2017. Hasil perancangan menunjukkan konfigurasi dinding dan angkur yang memenuhi kriteria desain, dengan nilai angka keamanan dan defleksi lateral yang sesuai. Meskipun demikian, pemilihan model tanah Mohr-Coulomb dan analisis gempa pseudostatik menghasilkan hasil yang lebih konservatif. Kesimpulannya, desain dinding penahan tanah terbukti efektif dalam menangani beban dan tekanan lateral tanah pada proyek seawater intake PLTU.

Kata-kata Kunci: dinding penahan tanah, sea water intake, MIDAS GTS NX, secant pile, mohr-coulumb, angkur tanah.

Abstract

The handling of retaining walls in the PLTU seawater intake project is a crucial part in maintaining the stability of buildings below ground level. The retaining wall construction is selected based on the depth of excavation, soil type, the height of the Groundwater Table (GWT), and the load being retained. The lateral force calculation method uses Rankine and Coulomb theories with specified soil parameters. The case study was conducted at the seawater intake area of Java 9 & 10 Suralaya PLTU in Suralaya, Cilegon, Banten. The design process involved soil data interpretation, site class determination, and stability analysis using MIDAS GTS NX software. The retaining wall design is divided into two parts, using diaphragm walls and secant piles. The use of lateral reinforcement in the form of soil anchors is adjusted to the provisions of SNI 8460-2017. The design results show that the wall and anchor configurations meet the design criteria, with appropriate values of safety numbers and lateral deflections. However, the selection of Mohr-Coulomb soil model and pseudostatic earthquake analysis produced more conservative results. In conclusion, the retaining wall design proved to be effective in handling the lateral soil loads and pressures in the seawater intake PLTU project.

Keywords: retaining walls, sea water intake, MIDAS GTS NX, secant pile, mohr-coulumb, ground anchor.

* Penulis Korespondensi: i.adzdzikro@gmail.com

1. Pendahuluan

Salah satu bagian dari bangunan PLTU adalah sea water intake, dimana salah satu bagian terpenting untuk menjaga bangunan sea water intake ini tetap berdiri kokoh di bawah permukaan tanah maka diperlukan perkuatan tanah berupa dinding penahan tanah. Tujuan utama konstruksi penahan dinding ini adalah untuk menahan tanah dari longsor akibat beban yang bekerja pada tanah.

Konstruksi penahan tanah dipilih bergantung pada kedalaman galian, jenis tanah yang ada, ketinggian Muka Air Tanah (MAT), beban yang akan ditahan. Jenis konstruksi dinding penahan tanah untuk kedalaman tanah yang digali tidak terlalu dalam biasanya menggunakan konstruktai dinding turap. Pada fase penggalian tanah pada masa konstruksi maka harus diperhatikan deformasi dari struktur dinding penahan tanah terutama arah lateral. Untuk mengurangi deformasi lateral maka dibutuhkan penyangga berupa angkur atau blok beton.

Menghitung gaya-gaya lateral pada dinding penahan tanah ini menggunakan teori Rankine dan Coulumb dengan cara menentukan parameter-parameter tanah yang dibutuhkan lalu didapatkan gaya-gaya dalam dan momen yang bekerja pada dinding penahan tanah. Dengan mengetahui gaya-gaya dalam ini maka dapat ditentukan dimensi dari dinding penahan tanah. Untuk mensimulasikan dan menyelesaikan masalah tersebut akan digunakan program MIDAS GTX NX.

2. Metode

Studi kasus yang ditinjau adalah area pengambilan air pada pekerjaan seawater intake proyek PLTU Jawa 9 & 10 Suralaya di Suralaya, Cilegon, Banten. Proses desain dimulai dari interpretasi data tanah dengan pendekatan persamaan korelasi dari tinjauan pustaka yang dilakukan. Tahapan berikutnya dilakukan penentuan kelas situ dan percepatan gempa pada permukaan tanah berdasarkan SNI 1726:2019.

Proses desain dinding penahan tanah dibagi menjadi dua bagian dengan menggunakan dua jenis konstruksi yang berbeda. Dinding utara dan timur dirancang dengan dinding penahan tanah berupa dinding diafragma. Dinding selatan dan timur dirancang dengan dinding penahan tanah berupa secant pile. Dinding timur dirancang menggunakan dua tipe dinding penahan tanah sebagai alternatif desain.

Kedalaman penetrasi awal dinding ditentukan dengan metode keseimbangan batas. Analisis stabilitas dilakukan dengan memodelkan dinding penahan tanah sebagai dinding kantilever menggunakan perangkat lunak MIDAS GTS NX. Model tersebut dibuat dalam kondisi plane strain. Sesuai dengan ketentuan dalam SNI 8460-2017 Pasal 10.3.5.1, untuk galian yang melebihi kedalaman 6 meter, diperlukan perkuatan lateral. Oleh karena itu, diterapkan perkuatan lateral berupa angkur tanah. Selanjutnya dilakukan iterasi desain untuk mendapatkan jumlah perkuatan dan parameter angkur yang memenuhi kriteria desain.

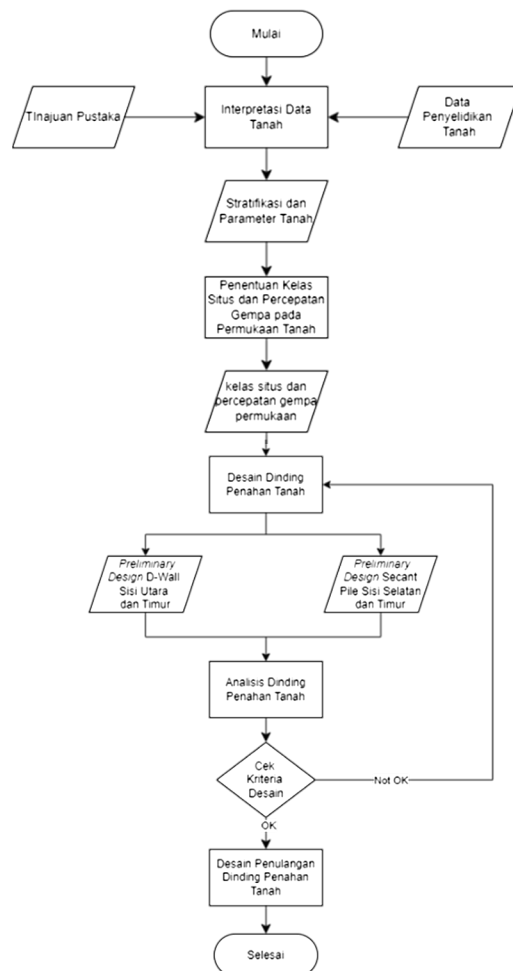
Kriteria desain mengikuti standar SNI 8460-2017, dengan persyaratan faktor keamanan minimal 1,5 untuk stabilitas global dan 1,1 untuk faktor keamanan gempa. Defleksi lateral maksimum dibatasi pada 0,7% kedalaman galian. Persyaratan untuk faktor keamanan pada tendon angkur adalah minimal 2, sementara faktor keamanan pada tarik angkur adalah minimal 3.

Setelah memenuhi kriteria desain, langkah berikutnya adalah merancang penulangan untuk dinding penahan tanah tersebut. Untuk penulangan lentur, digunakan perangkat lunak SPColumn, sementara untuk penulangan geser mengikuti perhitungan berdasarkan SNI 2847:2019. Diagram alir dari perancangan ini diperlihatkan pada **Gambar 1**.

2.1 Kelas situs dan percepatan gempa permukaan

Klasifikasi situs harus didasarkan pada profil tanah lapisan 30 meter teratas. Penentuan kelas situs tanah dapat dilakukan berdasarkan **Tabel 5 – Klasifikasi situs SNI 1726:2019**.

Percepatan gempa di daerah Indonesia dapat ditentukan berdasarkan SNI 1726:2019. Dalam perhitungan percepatan gempa di permukaan, faktor amplifikasi (F_{PGA}) digunakan dengan mempertimbangkan nilai percepatan gempa di batuan dasar dan kelas situs tanah.



Gambar 1. Diagram alir

$$PGA_M = F_{PGA} \times PGA \quad (1)$$

PGA_M merupakan percepatan tanah puncak dengan memperhitungkan klasifikasi situs, sedangkan PGA merupakan percepatan tanah puncak terpetakan. F_{PGA} adalah faktor amplifikasi.

2.2 Dinding penahan tanah

2.2.1 Tekanan lateral tanah

Tekanan lateral tanah dihitung untuk menentukan ketebalan dinding dan kedalaman awal penetrasi dinding. Tekanan lateral tanah dihitung berdasarkan Teori Rankine.

$$P_a = \frac{1}{2} K_a \gamma H^2 \quad (2)$$

$$K_a = \tan^2(45 - \frac{\phi}{2}) \quad (3)$$

$$P_p = \frac{1}{2} K_p \gamma H^2 \quad (4)$$

$$K_p = \tan^2(45 + \frac{\phi}{2}) \quad (5)$$

2.2.2 Penentuan kedalaman penetrasi dan ketebalan dinding awal

Penentuan kedalaman penetrasi dinding didapatkan dari perhitungan stabilitas dinding terhadap guling dan geser. Berdasarkan SNI 8460-2017, untuk stabilitas dinding terhadap guling digunakan faktor keamanan sebesar 2 dan untuk stabilitas dinding terhadap geser digunakan faktor keamanan sebesar 1.5. Momen guling didapatkan dari hasil perkalian antara gaya yang bekerja pada dinding pada setiap kedalaman terhadap lengan momen terhadap titik berat. Gaya geser didapatkan dari hasil penjumlahan gaya yang bekerja pada dinding.

2.2.3 Perhitungan stabilitas geser dan guling

Untuk perhitungan stabilitas terhadap geser dengan cara menjumlahkan semua gaya yang bekerja pada bagian aktif dan pada bagian pasif. Setelah itu dijumlahkan dan dibandingkan. Untuk menghitung stabilitas terhadap guling dilakukan dengan cara mengalikan gaya yang bekerja pada setiap kedalaman dengan lengan momen terhadap titik berat momen. Lalu dilakukan perbandingan hasil perhitungan total momen pada bagian aktif dengan pasif. Hal ini dilakukan untuk bagian selatan dan bagian timur dinding penahan tanah.

Faktor Keamanan terhadap Guling (Overturning)

$$SF_{overturning} = \frac{\sum M_R}{\sum M_O} \quad (6)$$

Faktor Keamanan terhadap Geser (Sliding)

$$SF_{sliding} = \frac{\sum V \tan(k_1 \phi)}{P_a} \quad (7)$$

2.2.4 Penulangan dinding penahan tanah

Penulangan dinding penahan tanah ditentukan berdasarkan SNI 2847:2019. Penulangan yang dilakukan

terdiri dari penulangan lentur dan penulangan geser. Penulangan lentur dinding akan ditentukan dengan bantuan perangkat lunak SPColumn. Penulangan geser dinding dihitung berdasarkan tahapan dan persamaan berikut.

Jarak serat tekan terluar ke tulangan

$$d = b_w - s - \frac{d_b}{2} - d_s \quad (8)$$

dengan,

d = jarak serat tekan terluar ke tulangan

b_w = tebal dinding

s = selimut beton

d_b = diameter tulangan lentur

d_s = diameter tulangan geser

Kapasitas geser beton

$$V_c = \frac{1}{6} \lambda \sqrt{f_c'} b_w d \quad (9)$$

Gaya geser yang dipikul oleh tulangan

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \quad (10)$$

Cek kebutuhan sengkang

Ketika gaya geser pada tulangan beton kurang dari kapasitas yang diizinkan ($V_u < \phi V_c$), dibutuhkan tambahan tulangan. Sedangkan jika gaya geser melebihi kapasitas ($V_u > \phi V_c$), juga diperlukan tambahan tulangan.

Jarak tulangan sengkang

$$A_v = 2 \times \frac{1}{4} \pi d^2 \quad (11)$$

$$s = \frac{A_v f_y d}{V_s} \quad (12)$$

2.2.5 Tahapan konstruksi

Tahapan konstruksi dinding penahan tanah dilakukan dalam beberapa tahapan sebagai berikut.

1. Penggalan tanah untuk media kerja
Pada tahap ini dilakukan penggalan tanah hingga kedalaman -5 m sebagai media kerja.
2. Instalasi dinding
Pada tahap ini dilakukan instalasi dinding penahan tanah. Pada tahap instalasi dinding ini ditinjau beban alat berat yang digunakan untuk melakukan penginstalan.
3. Penggalan tanah hingga elevasi tertentu
Pada tahap ini dilakukan galian bertahap yang diselingi dengan pemasangan angkur.
4. Pemasangan angkur tanah
Pada tahap ini dilakukan pemasangan angkur sebanyak 1 buah pada dinding sisi utara dan 2 buah pada dinding sisi timur. Pada dinding sisi utara pemasangan angkur dilakukan setelah galian tahap 1, sedangkan pada dinding sisi timur pemasangan dilakukan setelah galian tahap 1 dan 2.

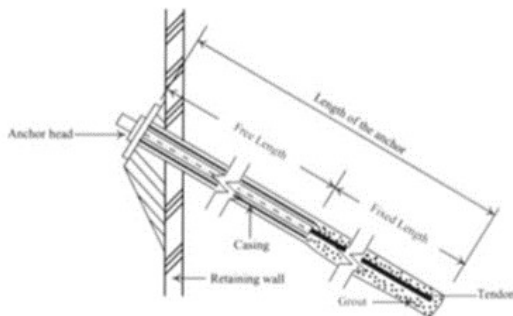
5. Analisis kondisi permanen

Kondisi permanen yang dimodelkan adalah kondisi permanen statis, kondisi permanen banjir, dan kondisi permanen gempa. Kondisi ini dimodelkan dengan parameter drained untuk permanen statis dan banjir. Pada kondisi gempa digunakan parameter undrained untuk tanah lempung dan drained untuk tanah pasir. Muka air tanah untuk kondisi permanen statis dan gempa berdasar dengan muka air tanah lapangan, sedangkan untuk kondisi permanen banjir muka air tanah berada pada permukaan tanah.

2.3 Angkur

Sistem pengankuran terdiri dari fixed length, free length, dan kepala angkur (anchor head) seperti pada **Gambar 2**. Sistem ini berfungsi untuk menyalurkan gaya tarik ke lapisan tanah atau batuan pendukung. Fixed length adalah panjang pengankuran yang digunakan untuk menyalurkan gaya ke tanah di sekitarnya. Free length adalah panjang pengankuran yang digunakan untuk mentransfer gaya dari fixed length ke kepala angkur. Free length tidak digunakan untuk memobilisasi daya dukung tanah.

Berdasarkan SNI 8460:2017 panjang minimum free length adalah 3 m untuk bar tendon dan 4,5 m untuk strand tendon. Sedangkan panjang minimum dan maksimum fixed length adalah 3 m dan 13 m. Penentuan kapasitas angkur tanah dibedakan



Gambar 2. Komponen sistem pengankuran
(SNI 8460:2017)

berdasarkan jenis tanah pada lokasi terbenamnya bagian fixed length. Fixed length yang terbenam pada tanah kohesif dan non kohesif dapat ditentukan dengan **Persamaan 2** dan **3**

$$R_{ult} = \alpha A_s L_s S_{u(ave)} \quad (13)$$

$$R_{ult} = \sigma'_s A_s L_s K_s \quad (14)$$

R_{ult} merupakan kapasitas batas angkur tanah, A_s yang menunjukkan luas selimut fixed length, dan L_s merupakan panjang fixed length. Sementara itu, $S_{u(ave)}$ mengacu pada kuat geser tak terdrainase tanah rata-rata sepanjang fixed length, sedangkan α adalah faktor adhesi tanah. Variabel σ'_s , yang merupakan tegangan vertikal efektif pada tengah-tengah fixed length, serta K_s , yaitu koefisien angkur yang dapat dilihat pada **Tabel 1**.

3. Hasil

3.1 Parameter tanah

Parameter tanah yang digunakan dalam desain didapatkan dari korelasi dari nilai NSPT dan juga pengujian laboratorium. Parameter tanah yang digunakan untuk dinding utara dan timur dapat dilihat pada **Tabel 2** dan **Tabel 3**.

3.2 Desain dinding penahan tanah

Hasil perancangan dinding penahan tanah yang memenuhi kriteria desain dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Hasil desain perkuatan dinding penahan tanah yang memenuhi kriteria desain dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 1. Koefisien angkur, K_s (after, SNI 8460:2017)

Tipe Tanah	Kepadatan Tanah		
	Lepas (loose)	Kompak (compact)	Padat (dense)
Lanau Nonplastis	0,1	0,4	1
Pasir Halus	0,2	0,6	1,5
Medium Sand	0,5	1,2	2
Pasir Kasar, Kerikil	1	2	3

Tabel 2. Parameter tanah dinding utara

Parameter Tanah	Very Hard Clay	Hard Clay	Medium Clay	Soft Clay	Boulder	Sandstone
N-SPT	88	38	8	3	36	73
γ_{sat} [kN/m ³]	17	16	16	16	16	17
γ_d [kN/m ³]	11,5	11,25	11,17	11,10	11,23	11,39
γ' [kN/m ³]	7	7	7	6	7	7
c_u [kN/m ²]	528	230	56	16	-	-
c' [kN/m ²]	52,8	23	44	1,6	-	-
ϕ [°]	-	-	19	-	41	50
ϕ' [°]	33	32	31	30	37	46
e	0,45	0,60	0,6	0,9	0,8	0,45
k [cm/s]	2×10^{-7}	2×10^{-6}	2×10^{-5}	2×10^{-4}	1	1×10^{-1}
μ	0,5	0,4	0,3	0,2	0,5	0,4
E [kN/m ²]	100000	75000	50000	10000	75000	100000
E' [kN/m ²]	100000	70000	43333	8000	75000	93333

Tabel 3. Parameter tanah dinding timur

Parameter Tanah	Very Hard Clay	Hard Clay	Medium Clay	Soft Clay	Dense Sand	Medium Sand
N-SPT	88	30	6	2	64	12
γ_{sat} [kN/m ³]	17	16,4	16,31	16,29	17	16,33
γ_d [kN/m ³]	11,45	11,21	11,11	11,10	11,35	11,14
γ' [kN/m ³]	7	7	6	6	7	7
c_u [kN/m ²]	527	180	55	12	-	-
c' [kN/m ²]	52,7	18	43,7	1,2	-	-
ϕ [°]	-	-	19	-	48	32
ϕ' [°]	33	32	31	30	44	31
e	0,6	0,6	0,6	0,6	0,45	0,45
k [m/hari]	2×10^{-7}	2×10^{-6}	2×10^{-6}	2×10^{-5}	1×10^{-3}	1×10^{-2}
μ	0,5	0,3	0,4	0,2	0,3	0,25
E [kN/m ²]	100000	50000	20000	15000	81000	50000
E' [kN/m ²]	100000	43333	18667	12000	70200	41667

3.3 Pengecekan stabilitas dan defleksi lateral dinding

Hasil pengecekan stabilitas dinding penahan tanah yang memenuhi kriteria desain dapat dilihat pada **Tabel 6** dan **Tabel 7**.

Hasil pengecekan defleksi lateral dinding penahan tanah yang memenuhi kriteria desain dapat dilihat pada **Gambar 3** dan **Gambar 4**.

Bidang runtuh pada kondisi drained dapat dilihat pada **Gambar 3** dan **Gambar 4**.

4. Pembahasan

Studi ini dimulai dengan menetapkan konfigurasi awal untuk perancangan dinding penahan tanah menggunakan perhitungan manual berdasarkan teori-teori yang ada.

Tabel 4. Hasil perancangan dinding penahan tanah sisi utara dan timur

Konfigurasi	Utara	Timur
Kedalaman Dinding [m]	26	26
Tebal Dinding [m]	0.65	0.65
Tulangan Lentur	8D32	16D32
Tulangan Geser	D13-250	D13-50

Tabel 5. Hasil perancangan perkuatan dinding penahan tanah sisi utara dan timur

Konfigurasi	Utara	Timur
Jumlah Perkuatan	1	2
Spesifikasi <i>strand</i>		
Jumlah Strand Angkur 1	9	3
Jumlah Strand Angkur 2	-	6
Sudut Kemiringan [°]	40	40
Gaya Pra-Tegang 1 [kN]	936	312
Gaya Pra-Tegang 1 [kN]	-	524
<i>Fixed Length</i> Angkur 1 [m]	6	3
<i>Fixed Length</i> Angkur 1 [m]	-	5
<i>Free Length</i> Angkur 1 [m]	25	30
<i>Free Length</i> Angkur 1 [m]	-	24

Konfigurasi ini kemudian dimodelkan dalam perangkat lunak MIDAS GTS NX, yang memberikan hasil berupa angka keamanan, defleksi lateral, dan bidang keruntuhan. Desain awal dinding tanpa perkuatan dengan kedalaman penetrasi 26 meter menunjukkan momen maksimum sebesar 2013,725 kNm dan ketebalan penampang sekitar 0,65 meter. Pada iterasi pertama, deformasi maksimum tercatat sebesar 109 mm, tidak memenuhi kriteria desain yang memerlukan perkuatan tambahan. Nilai angka keamanan ini memverifikasi perhitungan manual, namun nilai defleksi lateral melebihi standar desain, sesuai dengan SNI 8460-2017 Pasal 10.3.5.1 yang memerlukan perkuatan lateral untuk galian melebihi kedalaman 6 meter.

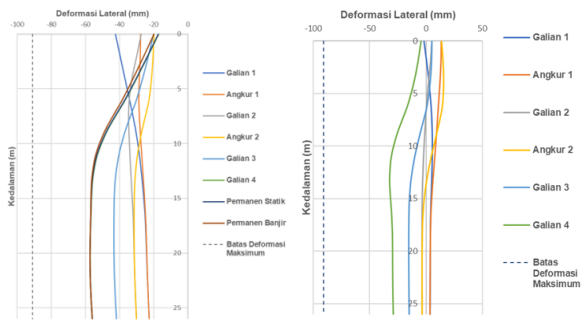
Evaluasi stabilitas dilakukan untuk memastikan tidak terjadi keruntuhan tanah selama konstruksi, memeriksa

Tabel 6. Angka keamanan dinding utara

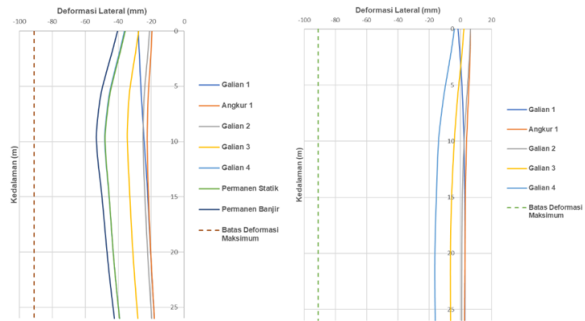
Tahapan	Syarat	Undrained	Drained
	SF		
Galian 1	1,5	5,1	5
Angkur 1	1,5	5,5	5,6
Galian 2	1,5	5,5	4,9
Galian 3	1,5	5	3,7
Galian 4	1,5	6	2,8
Permanen Normal	1,5		2,7
Permanen Banjir	1,5		2,5
Permanen Gempa	1,1		1,4

Tabel 7. Angka keamanan dinding timur

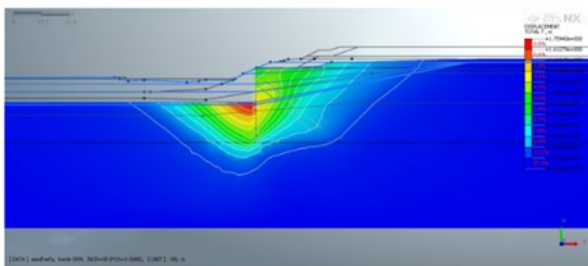
Tahapan	Syarat	Undrained	Drained
	SF		
Galian 1	1,5	4,7	3,2
Angkur 1	1,5	6	5,5
Galian 2	1,5	5,6	5,2
Angkur 2	1,5	6	5,4
Galian 3	1,5	6	4,3
Galian 4	1,5	5,1	3,4
Permanen Normal	1,5		3,4
Permanen Banjir	1,5		3,2
Permanen Gempa	1,1		1,12



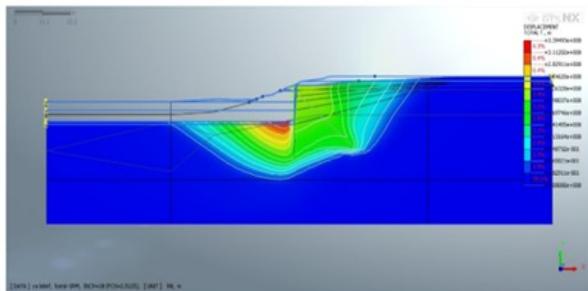
Gambar 3. Defleksi lateral *drained* (kiri) dan *undrained* (kanan) dinding penahan tanah sisi timur



Gambar 4. Defleksi lateral *drained* (kiri) dan *undrained* (kanan) dinding penahan tanah sisi timur



Gambar 5. Bidang runtuh dinding timur (a) *drained* (b) *undrained*



Gambar 6. Bidang runtuh dinding utara (a) *drained* (b) *undrained*

kondisi *drained* dan *undrained*. Setelah perkuatan diterapkan, dinding memenuhi kriteria stabilitas dan defleksi dengan angka keamanan sesuai standar. Penyesuaian panjang *free length* dilakukan untuk mencapai deformasi yang diinginkan, memastikan bahwa dinding memenuhi semua kriteria keamanan dan stabilitas. Bidang keruntuhan yang dihasilkan digunakan untuk menentukan panjang *free length* angkur yang diperlukan. Proses perancangan melibatkan iterasi konfigurasi angkur, dimulai dari satu angkur dan dilanjutkan hingga diperoleh konfigurasi dinding dan angkur yang memenuhi semua kriteria desain.

Grafik defleksi menunjukkan defleksi maksimum di bagian tengah dinding, sesuai teori defleksi struktur kantilever, dan masih dalam batas aman standar. Analisis bidang runtuh pada kondisi *drained* dan *undrained* menunjukkan bahwa panjang *free length* perkuatan harus lebih dari 26,2 meter untuk menjaga stabilitas struktur terhadap kegagalan tanah. Pada iterasi kedua, kedalaman dan ketebalan dinding tetap sama, namun ditambahkan angkur tanah pada

kedalaman 2 meter. Perhitungan tekanan lateral tanah menunjukkan gaya angkur sebesar 1231,7 kN, yang efektif meningkatkan stabilitas dinding. Perhitungan ini mendukung desain perkuatan yang sesuai, termasuk beban desain dan jumlah strand yang diperlukan, menunjukkan pentingnya perkuatan dan penghitungan akurat untuk mencegah kegagalan struktural.

Model tanah Mohr-Coulomb digunakan dalam perancangan untuk hasil yang lebih konservatif, mengingat kendala pemodelan dengan model *hardening soil* dalam MIDAS GTS NX. Analisis gempa menggunakan metode pseudostatik juga memberikan hasil konservatif. Meskipun demikian, potensi untuk mengoptimalkan hasil masih ada. Desain dinding penahan tanah terbukti efektif dalam menangani beban proyek seawater intake PLTU, dengan analisis dari kedua iterasi menunjukkan bahwa dinding mampu menahan tekanan lateral tanah dalam kondisi normal maupun gempa, menegaskan bahwa desain yang dipilih telah memenuhi kriteria desain yang berlaku.

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis perancangan dinding penahan tanah pada sea water intake Pembangkit Listrik Tenaga Uap dapat disimpulkan:

1. Hasil perancangan memenuhi kriteria stabilitas yang disyaratkan oleh SNI 1726:2019 yaitu nilai faktor keamanan untuk stabilitas tanah kondisi statis jangka panjang >1.5 dan kondisi seismik >1.0 dapat terpenuhi.
2. Hasil perancangan memenuhi kriteria defleksi maksimal yang disyaratkan oleh SNI 1726:2019 yaitu tidak deformasinya tidak melebihi 99 mm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perancangan dinding penahan tanah telah memenuhi kriteria desain SNI 1726:2019.
3. Untuk mengurangi ketidakpastian dalam perancangan, disarankan untuk melakukan pengujian laboratorium dan lapangan yang lebih lengkap. Hal ini penting agar parameter yang digunakan dalam analisis dapat lebih akurat dan representatif terhadap kondisi lapangan sebenarnya.

Daftar Pustaka

- Ameratunga, J., 2021, *Correlations of Soil and Rock Properties in Geotechnical Engineering*, Springer.
- Bowles, J. E., 1997, *Foundation Analysis and Design (8th ed.)*, Cengage Learning, Stamford.
- Conte, E., & Troncone, A., 2018, *Simplified Analysis of Cantilever Diaphragm Walls in Cohesive Soils*, *Soils and Foundations*, 58(6), 1446–1457. <https://doi.org/10.1016/j.sandf.2018.08.012>
- Das, B. M., 2014, *Principles of Foundation Engineering (8th ed.)*, Cengage Learning, Stamford.
- European Committee for Standardization, 1997, *Geotechnical Design: Eurocode EC7*, CEN, Brussels, Belgium.
- Evangelista, A., di Santolo, A. S., & Simonelli, A. L., 2010, *Evaluation of Pseudostatic Active Earth Pressure Coefficient of Cantilever Retaining Walls*, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 30, 1119–1128. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2010.04.001>
- MIDAS, 2019, *GTS NX User Manual*, MIDAS, Providence.
- Nasional, B. S., 2017, *SNI 8460-2017: Persyaratan Perancangan Geoteknik*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Nasional, B. S., 2019, *SNI 1726-2019: Tata Cara Perancangan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Osman, A. S., & Bolton, M. D., 2004, *A New Design Method for Retaining Walls in Clay*, *Canadian Geotechnical Journal*, 41(3), 451–466. <https://doi.org/10.1139/t04-003>
- Osman, A. S., & Bolton, M. D., 2006, *Ground Movement Predictions for Braced Excavations in Undrained Clay*, *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 132(4), 465–477. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1090-0241\(2006\)132:4\(465\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1090-0241(2006)132:4(465))
- Padfield, C. J., & Mair, R. J., 1984, *Design of Retaining Walls Embedded in Stiff Clays, Report 104*, Construction Industry Research and Information Association, London.
- Prakash, S., & Sharma, H. D., 1990, *Pile Foundations in Engineering Practice*, John Wiley & Sons, Toronto.
- Sabatini, P. J., et al., 1999, *Geotechnical Engineering Circular No. 4: Ground Anchors and Anchored Systems*, U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration.
- Seed, H. B., & Whitman, R. V., 1970, *Design of Earth Retaining Structures for Dynamic Loads*, *ASCE Specialty Conference, Lateral Stresses in the Ground and Design of Earth Retaining Structures*, Cornell University, Ithaca, New York, 103–147.
- Swami Saran, 1990, *Displacement Dependent Earth Pressure in Retaining Walls*, *Indian Geotechnical Journal*, 20, July 1990.

