

Pengaruh Letak Muka Air Tanah Terhadap Deformasi Fondasi Tiang Energi Termal Menggunakan Metode Numerik

GARY MUHAMMAD NAUFAL SHIDQI¹, DESTI SANTI PRATIWI²

¹Mahasiswa, Institut Teknologi Nasional Bandung, Bandung

²Dosen, Institut Teknologi Nasional Bandung, Bandung

Email: garymuhammad18@gmail.com

ABSTRAK

Kebutuhan energi di dunia sebagian besar menggunakan bahan bakar fosil yang keberadaannya semakin langka. Terdapat beberapa upaya yang dapat dilakukan salah satunya yaitu dengan memanfaatkan energi energi panas bumi atau geotermal. Energi geotermal merupakan energi terbarukan yang berkelanjutan (sustainable) yang ramah lingkungan, pemanfaatannya dapat diaplikasikan fondasi yang dipasangkan pipa-pipa termal untuk dapat menyerap panas bumi. Kondisi muka air pada tanah selalu berubah seiring dengan perubahan musim. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kondisi letak muka air tanah yang berbeda-beda tanah terhadap deformasi fondasi tiang. Program PLAXIS 2D digunakan untuk dapat mensimulasikan pemodelan. Kondisi letak muka air tanah pada kedalaman -13 m menghasilkan deformasi yang lebih kecil -17,819%, sedangkan pada kondisi tanpa muka air tanah besarnya nilai deformasi lebih kecil 440,774% dibandingkan pada kondisi muka air tanah tepat di permukaan, semakin jauh muka air tanah dari dasar fondasi dapat menyebabkan nilai deformasi atau penurunan yang terjadi juga semakin kecil.

Kata kunci: *Fondasi Tiang Energi Termal, Muka Air Tanah, Deformasi, Sustainable.*

ABSTRACT

Most of the energy needs in the world use fossil fuels whose existence is increasingly scarce. Several efforts can be made, one of which is by utilizing geothermal energy. Geothermal energy is renewable energy that is sustainable (sustainable) which is environmentally friendly, its utilization can be applied to foundations that are installed with thermal pipes to absorb geothermal heat. The condition of the water table on the ground always changes by season. This study aims to determine the effect of the location of the groundwater conditions of different soils on the deformation of the pile foundation. The PLAXIS 2D program is used to simulate modeling. The condition of the location of the groundwater table at a depth of -13 m results in a smaller deformation -17.819%, whereas in conditions without a groundwater table, the magnitude of the deformation value is 440.774% smaller than when the groundwater level is right at the surface, the farther the groundwater table is from the bottom the foundation can cause the value of the deformation or settlement that occurs is also getting smaller.

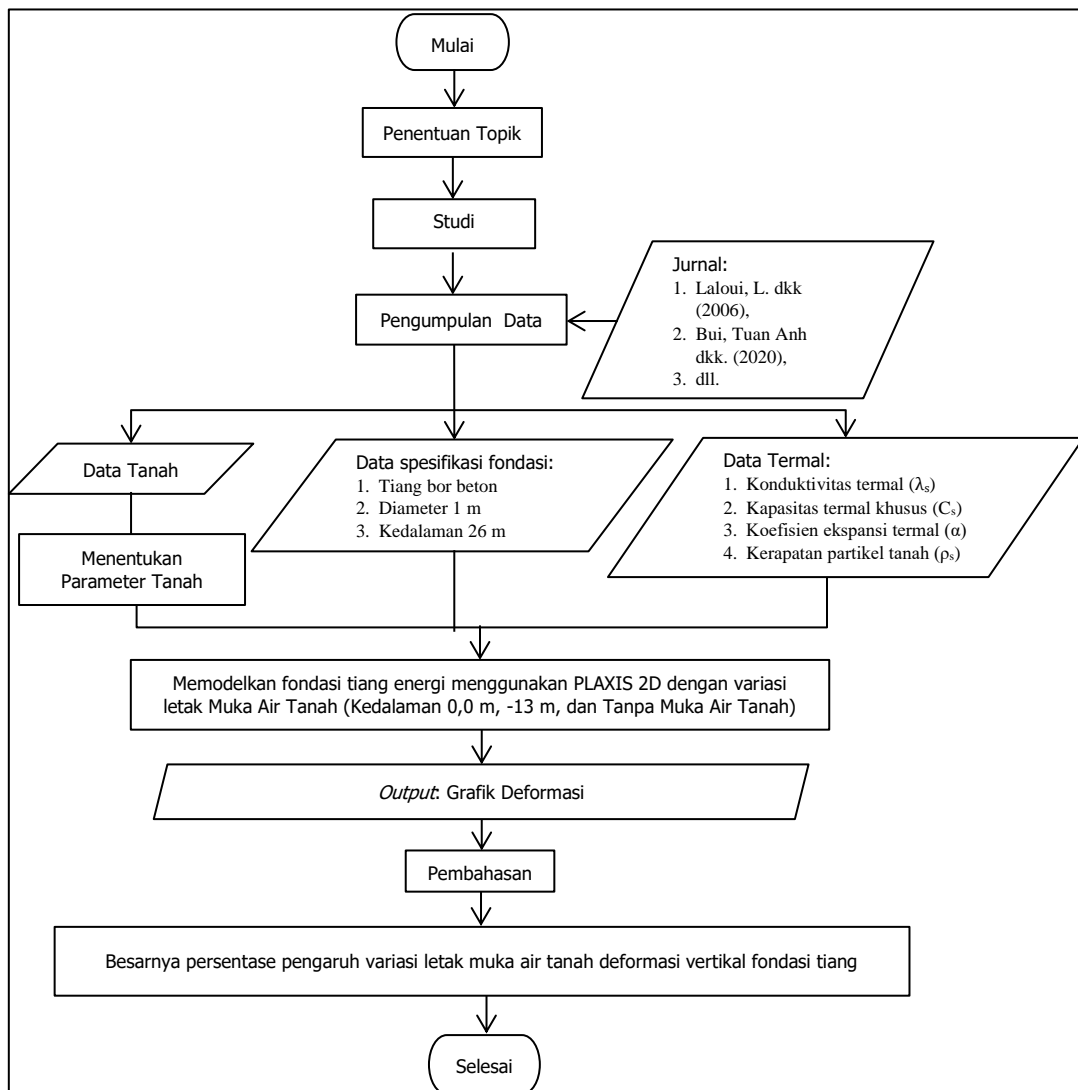
Kata kunci: *Energy Thermal Piles, Ground Water Level, Deformation, Sustainable.*

1. PENDAHULUAN

Menurut Towijaya dkk. (2019), pembangkit tenaga geotermal membebaskan kurang dari 97% hujan asam penyusun sulfur daripada bahan bakar fosil. Kebutuhan energi di dunia sebagian besar menggunakan bahan bakar fosil yang keberadaannya semakin langka. Salah satu upaya yang dilakukan yaitu dengan memanfaatkan energi panas bumi atau geotermal. Merupakan energi terbarukan yang berkelanjutan (*sustainable*) yang ramah lingkungan. Menurut Hamdhan dan Clarke (2010), fondasi tiang yang memanfaatkan energi panas bumi merupakan inovasi hibrid yang bermanfaat untuk menjaga kestabilan suhu pada suatu bangunan.

Faktor yang mempengaruhi daya dukung tanah salah-satunya yaitu letak muka air. Kondisi letak muka air pada tanah yang dapat mengalami perubahan letaknya seiring dengan perubahan musim. Kondisi letak muka air tanah berbeda-beda dapat mempengaruhi besarnya nilai deformasi. Penelitian ini memvariasikan kondisi letak muka air tanah, dengan asumsi muka air terletak tepat di tengah-tengah kedalaman fondasi atau -13 m dan memperhitungkan kondisi tanpa adanya muka air tanah.

2. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Metodologi Penelitian

3. ISI

3.1 Data Parameter Pemodelan

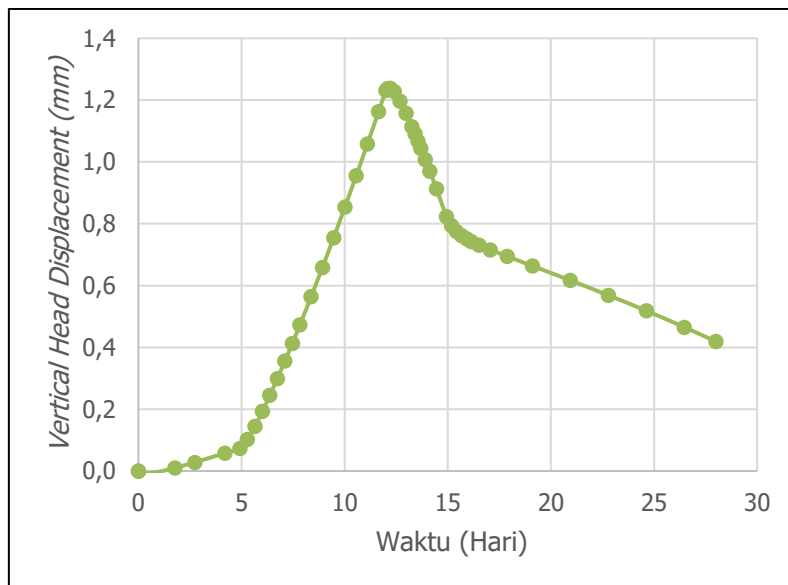
Parameter yang digunakan pada pemodelan ini merupakan data sekunder dengan jurnal milik Bui, Tuan Anh dkk. (2020) berjudul "*Numerical modelling of different applications in Energy Foundation Technology*" yang melakukan pemodelan menggunakan PLAXIS 2D merujuk pada jurnal milik Laloui dkk. (2006) berjudul "*Experimental and numerical investigations of the behaviour of a heat exchanger pile*".

Tabel 1. Data Parameter Pemodelan

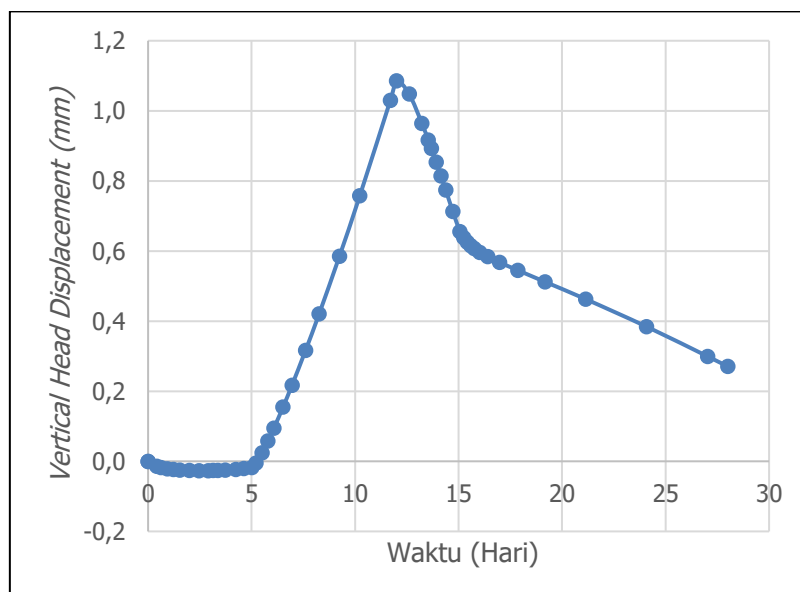
Parameter	Concrete	Soil A1	Soil A2	Soil B	Soil C	Soil D	Unit	
<i>General</i>								
Model*	LE	MC	MC	MC	MC	MC	-	
Wet weight	unit	25,0	26,0	25,35	21,27	22,18	25,5	kN/m ³
Initial ratio	void	-	0,111	0,111	0,538	0,429	-	-
<i>Mechanical</i>								
Stiffness		$2,92 \cdot 10^7$	$2,6 \cdot 10^5$	$2,6 \cdot 10^5$	$8,4 \cdot 10^4$	$9,0 \cdot 10^4$	$2,6 \cdot 10^6$	kN/m ²
Poisson's ratio		0,1769	0,1461	0,1461	0,4	0,4	0,1517	-
Cohesion		-	5	3	6	20	-	kPa
Friction angle		-	30	27	23	27	-	°
Dilatancy angle		-	7,5	7,5	7,5	7,5	-	°
<i>Hydraulic</i>								
Permeability		0	$2,0 \cdot 10^{-6}$	$7,0 \cdot 10^{-7}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$2,0 \cdot 10^{-10}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	m/s
<i>Thermal</i>								
Specific heat capacity (Cs)		800	863	863	890	890	784	J/kg/K
Thermal conductivity (λs)		2,1	1,8	1,8	4,45	4,17	1,1	W/m/K
Solid density (ρs)		2500	2780	2780	2735	2740	2550	kg/m ³
Thermal expansion (αv)		$1,0 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-6}$	1/K
<i>Interfaces</i>								
Strength reduction		-	0,8	0,8	-	0,8	0,8	-
Cross permeability		-	0	0	-	0	0	m/s
Thermal resistance		-	0	0	-	0	0	m ² K/W

3.2 Hasil dan Pembahasan

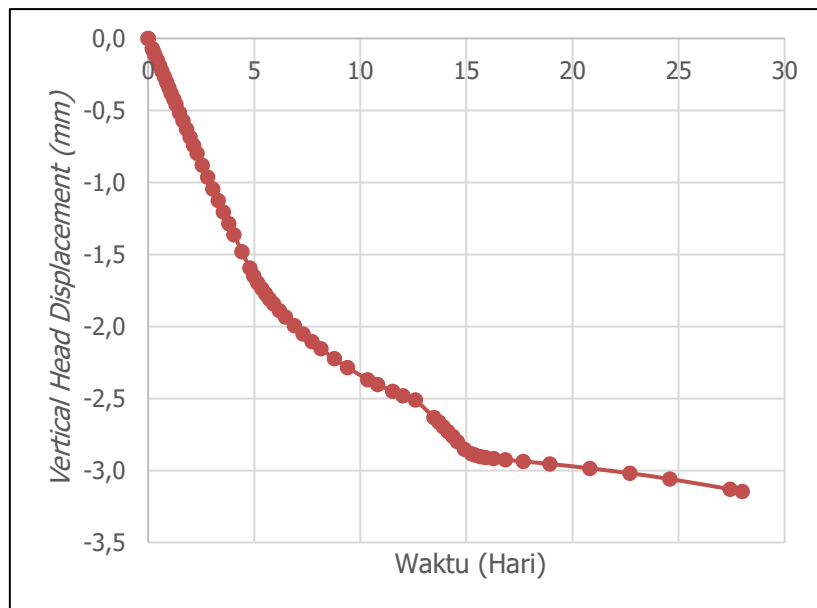
Dari ketiga letak muka air tanah yang berbeda-beda. Kondisi dengan letak muka air tepat dipermukaan menghasilkan nilai deformasi pada hari ke-12 sebesar 1,231 mm, sedangkan untuk kondisi dengan muka air terletak pada kedalaman -13 m menghasilkan nilai deformasi pada hari ke-12 sebesar 1,086 mm, dan kondisi tanpa adanya muka air menghasilkan nilai deformasi pada hari ke-12 sebesar -2,480 mm. Menurut Ali, R. D., dkk. (2022) Semakin dalam letak muka air tanah terhadap dasar fondasi menghasilkan deformasi yang semakin kecil. Berdasarkan hasil, kondisi dengan tanpa adanya muka air mengalami pengaruh yang signifikan terhadap deformasi fondasi yang menghasilkan nilai deformasi negatif dimana dalam hal ini menandakan bahwa terjadi penurunan pada fondasi tiang.



Gambar 2. Grafik Deformasi Dengan MAT Kedalaman 0,0 m



Gambar 3. Grafik Deformasi Dengan MAT Kedalaman -13,0 m



Gambar 4. Grafik Deformasi Tanpa MAT

Daya dukung suatu tanah dapat dipengaruhi oleh letak muka air tanah. Letak muka air tanah memiliki keadaan yang berubah-ubah sesuai dengan perubahan musim kemarau atau musim hujan, sehingga berpengaruh pada besarnya nilai deformasi. Dari hasil analisis yang telah dilakukan menunjukkan bahwa semakin dalam letak muka air maka semakin kecil nilainya.

Tabel 2. Data Parameter Pemodelan

Waktu (Hari)	Deformasi arah vertikal (mm)		
	MAT 0,0 m	MAT -13 m	Tanpa MAT
0	0	0	0
12	1,231	1,086	-2,480
28	0,419	0,271	-3,145
Rata-rata	0,550	0,452	-1,875
% Perbedaan		-17,819	-440,774
Keterangan		Turun	Turun

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan terhadap pengaruh adanya termal terhadap deformasi struktur fondasi tiang dengan pemodelan menggunakan PLAXIS 2D, dapat disimpulkan bahwa Pada kondisi letak muka air tanah pada kedalaman -13 m menunjukkan deformasi yang lebih kecil -17,819%, sedangkan pada kondisi tanpa muka air tanah besarnya nilai deformasi lebih kecil 440,774% dibandingkan pada kondisi muka air tanah tepat di permukaan, hal ini dapat diartikan bahwa semakin jauh muka air tanah dari dasar fondasi dapat menyebabkan nilai deformasi atau penurunan yang terjadi juga semakin kecil.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ali, R. D., Patuti, I. M., & Achmad, F. (2022). Pengaruh Muka Air Tanah Terhadap Penurunan Fondasi Telapak Bujur Sangkar Kota Gorontalo. In FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil) (Vol. 10, No. 2).
- Bui, T. A., Casarella, A., Di Donna, A., Brinkgreve, R., & Brasile, S. (2020). *Numerical modelling of different applications in Energy Foundation Technology*. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 205, p. 06004). EDP Sciences
- Hamdhan, I. N., & Clarke, B. G. (2010). *Determination of thermal conductivity of coarse and fine sand soils*. In *Proceedings World Geothermal Congress* (Vol. 2010)..
- Laloui, L., Nuth, M., & Vulliet, L. (2006). *Experimental and numerical investigations of the behaviour of a heat exchanger pile*. *International journal for numerical and analytical methods in geomechanics*, 30(8), 763-781.
- Towijaya, T., Musyhar, G., & Satria, N. (2019). Pemanfaatan Geothermal Dan Dampaknya Terhadap Lingkungan. *Cahaya Bagaskara: Jurnal Ilmiah Teknik Elektronika*, 4(1)