

ANALISA RISIKO KONSTRUKSI DINDING PENAHAN TANAH TAHAP PEKERJAAN BASEMENT PADA BANGUNAN GEDUNG TINGGI

Denny Magni Sundara 1^{1*}, Manlian Ronald A Simanjuntak 2¹, Sedy 3¹, Novelin Adriana Fransisca Tumutar 4¹

¹Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta, Jl Sunter Permai Raya 14350, DKI Jakarta.

*Email: denny.magni@uta45jakarta.ac.id

Abstrak

Kebutuhan ruangan yang dapat menampung berbagai aktifitas dilahan yang terbatas, dengan batasan aturan terkait koefisien lantai bangunan (KLB) dan koefisien dasar bangunan (KDB), menyebabkan bangunan dibangun berada dibawah permukaan tanah asli (basement). Konsekuensi yang harus diambil selain biaya yang besar adalah permasalahan teknis terkait metode dan risiko. Hal paling sulit dalam metode konstruksi basement adalah menentukan metode dinding penahan tanah yang cocok. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan Analisa dan mitigasi terhadap risiko sebelum menentukan pilihan metode konstruksi. Analisa dan mitigasi risiko dilakukan dengan menggunakan metode gabungan kualitatif dan kuantitatif berdasarkan sampel pada proyek bangunan gedung yang telah selesai dikerjakan, sedang dikerjakan dan akan dikerjakan. Sampel data diolah dengan Analisa Hazard Identification Risk Assessment Determine Control (HIRADC), Adapun penentuan keputusan dilaksanakan dengan metode Analytical Hierarchy Process (AHP). Hasil penelitian ini memberi masukan kepada pemangku kepentingan dalam menentukan pilihan yang cocok jika ingin melaksanakan pekerjaan konstruksi dinding penahan tanah untuk lantai basement, pada bangunan gedung tinggi.

Kata kunci: Dinding Penahan Tanah, Identifikasi Risiko, Risiko Konstruksi.

Abstract

The need for space that can accommodate various activities on limited land, with regulatory restrictions related to building floor coefficient (KLB) and building base coefficient (KDB), causes buildings to be built below the original ground level (basement). The consequences that must be taken apart from the large costs are technical problems related to methods and risks. The most difficult thing in the basement construction method is determining a suitable retaining wall method. Based on this, it is necessary to analyze and mitigate risks before determining the choice of construction method. Risk analysis and mitigation is carried out using a combination of qualitative and quantitative methods based on samples of building projects that have been completed, are being worked on and will be worked on. The data samples were processed using Hazard Identification Risk Assessment Determine Control (HIRADC) analysis. Meanwhile, decisions were made using the Analytical Hierarchy Process (AHP) method. The results of this research provide input to stakeholders in determining suitable options if they want to carry out retaining wall construction work for basement floors in high-rise buildings

Keywords: Retaining Walls, Risk Identification, Construction Risk

1. PENDAHULUAN

Di beberapa kota besar di dunia termasuk di Indonesia, kebutuhan ruang terus meningkat, di Indonesia sejak tahun 1960 pembangunan Gedung bertingkat telah dimulai, ditandai dengan dibangunnya Hotel Indonesia dan Gedung Sarinah di Jalan MH Thamrin Jakarta [Fakih,2005]. Kebutuhan ruangan yang dapat menampung berbagai aktifitas dilahan yang terbatas, dengan batasan aturan terkait koefisien lantai bangunan (KLB) dan koefisien dasar bangunan (KDB), menyebabkan bangunan dibangun berada dibawah permukaan tanah asli (basement). Penggunaan ruang di lantai basement lebih banyak difungsikan sebagai fasilitas penunjang utama bangunan Gedung [Ramadhani,2021]. Melaksanakan pekerjaan konstruksi basement memiliki tingkat kesulitan lebih besar dibandingkan pekerjaan struktur lainnya [Raswitaningrum,2013]. Hal yang paling sulit terutama pada saat menentukan metode dinding penahan tanah. Variabel yang menjadi

bahan kajian dalam penelitian ini diantaranya, (1) kondisi geoteknik, (2) muka air tanah, (3) luas lahan, (4) lingkungan eksisting. (5) jumlah lantai basement yang akan direncanakan diasumsikan empat lantai atau setara dan berada pada elevasi minus dua puluh meter level arsitek, terhadap level tanah asli. Data primer yang dipergunakan untuk kajian proyek yang telah dilaksanakan adalah Gedung Yodya Tower di Jakarta Timur. Sedangkan untuk proyek yang sedang dikerjakan mengambil sampel Gedung Apartemen Sky Hive di Jakarta Timur. Pemilihan sampel penelitian yang berdekatan dipakai dengan asumsi kondisi geoteknik memiliki karakteristik tidak jauh berbeda.

Kondisi geoteknik di Jakarta Timur dari hasil penyelidikan tanah yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa elevasi +/-0.00m sampai elevasi -8.90 tanah dominasi oleh tanah lempung bercampur batu padat ukuran antara 10cm sampai dengan 15cm dengan permukaan halus. Kedalaman tanah keras di mulai pada elevasi -18.40m sampai dengan -31.60m, nilai *Standart Penetration Test* (SPT) antara 23 sampai dengan 41. Hasil sondir dan bor log sampai kedalaman -50.00m diindikasikan memiliki karakteristik tanah yang sama. muka air tanah pada -3,20m. Hal tersebut mengakibatkan kemungkinan terjadinya tekanan tanah dan air cukup besar pada dinding penahan tanah dan dinding basement.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dampak risiko terhadap penentuan metode kerja yang cocok dalam melaksanakan pekerjaan dinding tanah sebagai bagian dari metode kerja pelaksanaan pekerjaan konstruksi basement pada bangunan Gedung tinggi.

Definisi dinding penahan tanah dalam penelitian ini adalah struktur yang direncanakan untuk menjaga perbedaan elevasi [Wesly,2012], dan menahan dinding dari tanah yang akan runtuh [Lou dan Wu, 2019]. Analisa risiko dilakukan untuk mendapatkan informasi yang mendalam dengan pendekatan dan kajian lapangan bersifat kualitatif, informasi yang diperoleh akan dianalisa sehingga menjadi data kuantitatif, metode kombinasi ini menggunakan model *Concurrent embedded* [Jack dkk, 2008]

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan melakukan pengamatan dilapangan untuk memperoleh data berupa variasi sampel pada tiga proyek dengan katagori berbeda. Analisa risiko pekerjaan dinding penahan tanah pada pekerjaan konstruksi dilakukan dengan metode campuran antara kualitatif dan kuantitatif, Analisa kualitatif mengambil subjek sebagai titik tolak, sedangkan kuantitatif untuk mengendalikan hasil dan kesimpulan penelitian [Sarwono, 2009]. Penelitian kuantitatif biasanya dikemudikan oleh perhatian peneliti, sementara penelitian kualitatif mengambil perspektif subjek sebagai titik tolak [Ualison, 2017]. Penekanan-penekanan ini dapat dihadirkan Bersama. Berdasarkan data hasil Analisa kualitatif pada proyek yang telah dilaksanakan adalah Gedung Yodya Tower di Jakarta Timur (*Project.A*). Sedangkan untuk proyek yang sedang dikerjakan mengambil sampel Gedung Apartemen Sky Hive di Jakarta Timur (*Project.B*), Sedangkan proyek yang sedang dalam proses perencanaan disebut (*Project.C*), variable dan masing-masing sub variabel diperoleh berdasarkan data yang diperoleh selama melakukan pengamatan pada proses pekerjaan, model pengambilan sampel dilakukan dengan pendalaman pada masing-masing responden dengan variasi seperti disampaikan dalam Tabel.1

Tabel.1. Jumlah Variasi Sampel Data Kualitatif

Variabel	Identification Risk		
	Project A	Project B	Project C
Geoteknik	19	11	18
Desain Struktur	6	4	5
Muka Air Tanah	11	6	9
Site Location	34	31	36
Lingkungan	42	38	48
Level Lantai	14	9	11
Alat Utama	32	21	31
Man Power	38	46	42
Total	196	166	200

Perbedaan jumlah sampel data tidak menunjukkan adanya perbedaan kuantifikasi yang signifikan pada proses registrasi identifikasi risiko. Untuk menunjukkan korelasi sampel data, terlebih dahulu ditentukan asumsi variasi metode kerja konstruksi dinding penahan tanah yang akan dipakai sebagai bagian dari proses yang akan menentukan dalam pemilihan akhir. Adapun variasi metode kerja dinding penahan tanah yang akan digunakan adalah (a) Metode Cantilever Diaphragm Used Wall, (b) Metode Soldier Pile with Strutting, (c) Metode Cantilever Soldier Pile, (d) Metode Semi Top Down, (e) Metode Top Down. Untuk pemodelan system struktur menggunakan software dan dibuat menjadi dua katagori yaitu, (I) Model struktur dinding penahan tanah *cantilever*, (II) Model struktur dinding penahan tanah *embedded top down*, (III) Model Dummy. Untuk menentukan pilihan yang cocok terhadap beberapa alternatif pada data hasil olahan proses sebelumnya maka diproses menggunakan metode AHP dengan identifikasi variabel yang telah ditentukan sebelumnya. Variasi pilihan disampaikan pada Tabel.2

Tabel.2. Variasi Pilihan Gabungan

Variabel	Identification Risk - MODEL I				
	Metode (a)	Metode (b)	Metode (c)	Metode (d)	Metode (e)
1. Geoteknik	a I 1	b I 1	c I 1	d I 1	e I 1
2. Desain Struktur	a I 2	b I 2	c I 2	d I 2	e I 2
3. Muka Air Tanah	a I 3	b I 3	c I 3	d I 3	e I 3
4. Site Location	a I 4	b I 4	c I 4	d I 4	e I 4
5. Lingkungan	a I 5	b I 5	c I 5	d I 5	e I 5
6. Waktu	a I 6	b I 6	c I 6	d I 6	e I 6
7. Alat	a I 7	b I 7	c I 7	d I 7	e I 7
8. NVP (Budget)	a I 8	b I 8	c I 8	d I 8	e I 8
Variabel	Identification Risk - MODEL II				
	Metode (a)	Metode (b)	Metode (c)	Metode (d)	Metode (e)
1. Geoteknik	a II 1	b II 1	c II 1	d II 1	e II 1
2. Desain Struktur	a II 2	b II 2	c II 2	d II 2	e II 2
3. Muka Air Tanah	a II 3	b II 3	c II 3	d II 3	e II 3
4. Site Location	a II 4	b II 4	c II 4	d II 4	e II 4
5. Lingkungan	a II 5	b II 5	c II 5	d II 5	e II 5
6. Waktu	a II 6	b II 6	c II 6	d II 6	e II 6
7. Alat	a II 7	b II 7	c II 7	d II 7	e II 7
8. NVP (Budget)	a II 8	b II 8	c II 8	d II 8	e II 8
Variabel	Identification Risk - MODEL III				
	Metode (a)	Metode (b)	Metode (c)	Metode (d)	Metode (e)
1. Geoteknik	a III 1	b III 1	c III 1	d III 1	e III 1
2. Desain Struktur	a III 2	b III 2	c III 2	d III 2	e III 2
3. Muka Air Tanah	a III 3	b III 3	c III 3	d III 3	e III 3
4. Site Location	a III 4	b III 4	c III 4	d III 4	e III 4
5. Lingkungan	a III 5	b III 5	c III 5	d III 5	e III 5
6. Waktu	a III 6	b III 6	c III 6	d III 6	e III 6
7. Alat	a III 7	b III 7	c III 7	d III 7	e III 7
8. NVP (Budget)	a III 8	b III 8	c III 8	d III 8	e III 8

3. HASIL PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini ditentukan delapan variabel dimana masing masing variabel didapatkan data yang bervariasi, setelah dibuatkan matrik berpasangan menghasilkan seratus dua puluh variasi yang berbeda. Matriks perbandingan berpasangan disusun dan selanjutnya dilakukan uji konsistensi pada pembobotan dan tolak ukur dengan *consistency index* (CI) yang merupakan perbandingan antara *ratio index* (RI) atau *consistency ratio* (CR). Hasil pembobotan dan perhitungan dapat dilihat pada Tabel.3.

Tabel.3. Tabel Matrik Perbandingan Berpasangan

Y \ X	Parameter	Parameter							
		1. Geoteknik	2. Desain Struktur	3. Muka Air Tanah	4. Site Location	5. Lingkungan	6. Waktu	7. Alat	8. NVP (Budget)
Parameter	Bobot	2	2	3	2	2	3	2	4
1. Geoteknik	2	1	1,00	1,50	1,00	1,00	1,50	1,00	2,00
2. Desain Struktur	2	1	1	1,50	1,00	1,00	1,50	1,00	2,00
3. Muka Air Tanah	3	0,33	0,33	1	0,67	0,67	1,00	0,67	1,33
4. Site Location	2	1,00	1,00	1,50	1	1,00	1,50	1,00	2,00
5. Lingkungan	2	1,00	1,00	1,50	1,00	1	1,50	1,00	2,00
6. Waktu	3	0,67	0,67	1,00	0,67	0,67	1	0,67	1,33
7. Alat	2	1,00	1,00	1,50	1,00	1,00	1,50	1	2,00
8. NVP (Budget)	4	0,5	0,5	0,75	0,5	0,5	0,75	0,5	1
JUMLAH		6,50	6,50	10,25	6,83	6,83	10,25	6,83	13,67

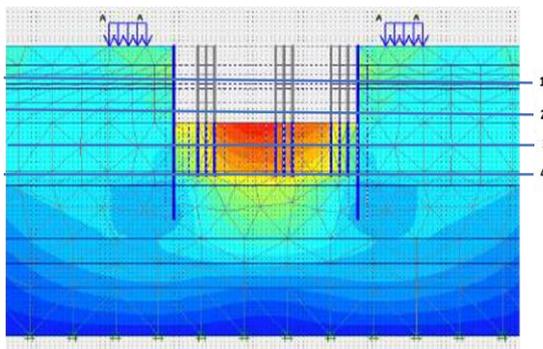
Informasi yang disampaikan pada Tabel.3 menunjukkan matriks perbandingan berpasangan dengan header untuk parameter yang terbagi ke dalam baris X dan Y, yang terdiri atas Variabel pengamatan, *header* bobot yang terdiri atas nilai bobot untuk masing-masing parameter. Hasil perbandingan antara nilai Y terhadap X, adalah parameter satuan tingkat “lebih penting daripada” parameter lainnya, dalam pengertiannya menunjukkan, sebagai contoh bahwa parameter NVP(Budget), memiliki memiliki kepentingan 13,67 lebih besar dibandingkan parameter lainnya. Untuk mengetahui korelasi dengan risiko yang telah diidentifikasi maka dilakukan pembobotan sehingga menghasilkan skore seperti disampaikan pada Tabel.4.

Tabel.4. Pembobotan Skala Resiko

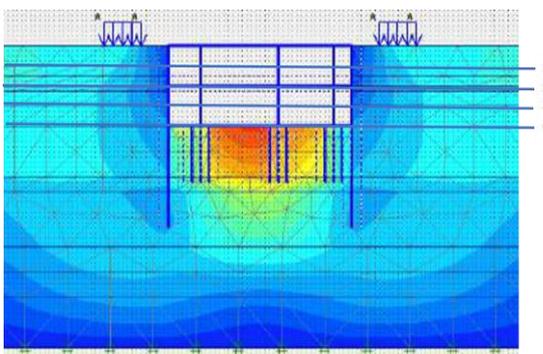
Parameter	Bobot	Skor Resiko PROJECT (A)			Skor Resiko PROJECT (B)			Skor Resiko PROJECT (C)		
		Rendah	Sedang	Berat	Rendah	Sedang	Berat	Rendah	Sedang	Berat
		0,057	0,079	0,121	0,057	0,079	0,121	0,057	0,079	0,121
1. Geoteknik	6,50	0,011	0,015	0,024	0,007	0,010	0,016	0,009	0,013	0,020
2. Desain Struktur	6,50	0,006	0,010	0,020	0,007	0,010	0,020	0,009	0,013	0,020
3. Muka Air Tanah	10,25	0,032	0,044	0,068	0,018	0,024	0,037	0,026	0,036	0,056
4. Site Location	6,83	0,066	0,092	0,141	0,061	0,084	0,128	0,070	0,097	0,149
5. Lingkungan	6,83	0,082	0,113	0,174	0,074	0,102	0,157	0,094	0,129	0,198
6. Waktu	10,25	0,018	0,024	0,037	0,026	0,036	0,056	0,032	0,044	0,068
7. Alat	6,83	0,063	0,086	0,132	0,041	0,057	0,087	0,061	0,084	0,128
8. NVP (Budget)	13,67	0,078	0,108	0,165	0,180	0,248	0,380	0,164	0,226	0,347
JUMLAH		0,356	0,493	0,761	0,415	0,572	0,881	0,466	0,643	0,986

Dari hasil pembobotan didapat nilai dengan skala 0.00 sampai dengan 1.00. nilai skala 0.00 diasumsikan sebagai skala risiko kecil. Skala 1.00 diasumsikan sebagai batas skala paling besar. Dari hasil pembobotan skala resiko pada Tabel.4, maka menghasilkan data dengan tanda warna abu-abu dianggap memiliki risiko paling kecil disbanding lainnya untuk setiap parameter yang akan dipakai sebagai saran.

Sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan metode yang cocok dalam melaksanakan konstruksi pekerjaan basement, disampaikan hasil pemodelan struktur MODEL I, ditampilkan pada Gambar.1, dan pemodelan struktur MODEL II, ditampilkan pada Gambar.2.



Gambar. 1. Pemodelan Sistem Struktur Dinding Penahan Tanah Cantilever



Gambar. 2. Pemodelan Sistem Struktur Dinding Penahan Tanah Embeded Top Down

Pemodelan struktur seperti dalam Gambar.1, dan Gambar.2. sebagai ilustrasi bahwa pekerjaan dengan metode “Top down” lebih kecil risikonya dibandingkan dengan metode konstruksi “cantilever with strutting” akan tetapi dalam pembobotan resiko biaya memiliki nilai yang paling besar. Sehingga cenderung sering dihindari oleh pemangku kebijakan dalam memilih metode tersebut untuk dilaksanakan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa pemilihan metode kerja yang cocok untuk dilaksanakan pada proyek baru (Proyek dummy) di area Jakarta Timur, berdasarkan delapan variabel adalah metode *Cantilever with strutting*. Adapun saran dari penulis dapat disampaikan untuk memilih metode *top down* jika variabel biaya konstruksi diabaikan atau jika lahan merupakan asset strategis.

DAFTAR PUSTAKA

- Fakih, Farabi. 2005. *Membayangkan Ibukota Jakarta di bawah Soekarno*. Yogyakarta: Penerbit Ombak.
- Jack R.Fraenkel dan Norman E.Wallen, 2008, “*How To Design And Evaluate Research In Education*”, The McGraw-Hill Companies, New Yoork,
- Luo T, Wu C, “*Safety information cognition: A new methodology of safety science in urgent need to be established,*” *Journal of Cleaner Production*, 209 (2019):1182-1194, 2018.
- Ramadhani, F.I., Lukman, Hikmad. & Budiono. 2021 “Perencanaan Konstruksi Diaphragm Wall Apartemen XYZ Tangerang Selatan”
- Raswitaningrum, Tanjung Rahayu, 2013, “*Dinding Penahan Tanah*” Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil,
- Sarwono, Jonathan. (2009). *Riset Bisnis Untuk Pengambilan Keputusan*. Yogyakarta Penerbit Andi.

SNI 2847-2013. *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*

Taranath, B.S. (2012). "Structural Analysis and Design of Tall Building", CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton.

Ualison, U. R., Marins, F. A., Rocha, H. M., & Salomon, V. A. 2017. *The ISO 31000 standard in supply chain risk management*. Journal of Cleaner Production, 616-633.

Wesley, Laurence D. 2012, "*Soil Mechanics; Residual Metrial Geology; Sediment Geology*", 624.15136, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.