

METODE PAIRED COMPARISON PADA PEKERJAAN PONDASI BANGUNAN GEDUNG DENGAN PENDEKATAN STUDI VALUE ENGINEERING (VE)

Mahdika Putra Nanda¹, Sigit Riswanto², dan Mega Kurniawati³

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Wiralodra, Jl. Ir H Juanda KM.03 Karanganyar, Kecamatan Indramayu, Jawa Barat 45213
dikananda.ft@unwir.ac.id

²Program Studi Teknik Sipil, Universitas YAPIS Papua, Jl Dr. Sam Ratulangi No 11, Trikora, Kecamatan Jayapura Utara, Kota Jayapura 99113
sigitriswanto@uniyap.ac.id

³Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Universitas Palangka Raya, Jl. Yos Sudarso, Palangka, Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah 74874
megakurniawati@fkip.upr.ac.id

Masuk: 10-04-2023, revisi: 25-04-2023, diterima untuk diterbitkan: 02-05-2023

ABSTRACT

Foundation work is one of the most crucial jobs in building construction. Therefore, an appropriate method is needed to determine the most effective and efficient type of foundation. One of the methods used is the paired comparison method with a value engineering approach. In this case study, the paired comparison method is used to compare the square pile foundation (existing) with the use of a triangular pile design and round piles. The total budget is Rp. 3.834.143,026,84. The analysis shows that the D-300 round pile foundation has the highest cost among the three with a total budget of 4.522.511.665,00. Based on the design scenario, square foundation work is superior in the financing, implementation time, amount of labor, concrete quality, and weather conditions in the field with a total value of 54% than the triangular and round pile foundations. Hence the final decision remains to use a square pile foundation.

Keywords: pile foundations; a method of comparison; value engineering; building construction

ABSTRAK

Pekerjaan pondasi merupakan salah satu pekerjaan yang krusial dalam pembangunan gedung. Oleh karena itu, diperlukan metode yang tepat untuk menentukan jenis pondasi yang paling efektif dan efisien. Salah satu metode yang digunakan adalah metode *paired comparison* dengan pendekatan *value engineering*. Dalam studi kasus ini metode *paired comparison* digunakan untuk membandingkan pondasi tiang pancang persegi (eksisting) dengan penggunaan desain tiang pancang berbentuk segitiga dan bulat. Total anggaran dana yaitu Rp. 3.834.143.026,84. Hasil analisis menunjukkan bahwasanya pondasi pancang bulat D-300 memiliki biaya yang paling tinggi diantara ketiganya dengan total anggaran 4.522.511.665,00. Berdasarkan skenario desain bahwa pekerjaan pondasi persegi lebih unggul dari segi pembiayaan, waktu pelaksanaan, jumlah tenaga kerja, mutu beton serta kondisi cuaca di lapangan dengan total nilai 54% dari pada pondasi tiang pancang berbentuk segitiga dan berbentuk bulat. Oleh karena itu keputusan akhir tetap menggunakan pondasi tiang pancang persegi.

Kata kunci: pondasi pancang; metode perbandingan; rekayasa nilai; konstruksi bangunan gedung

1. PENDAHULUAN

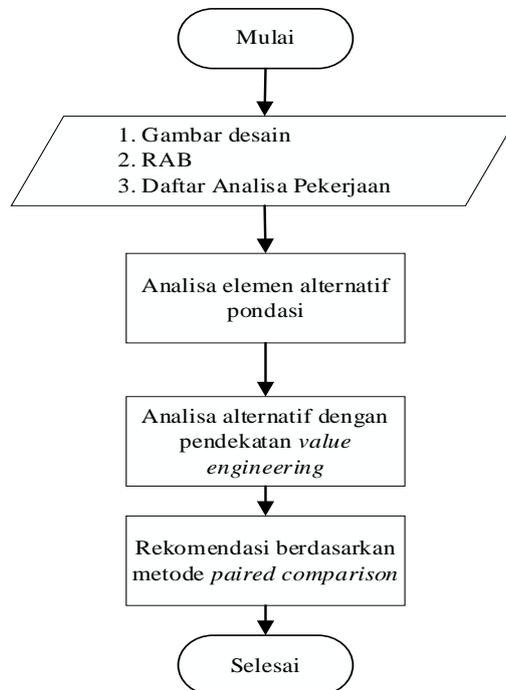
Kegiatan konstruksi merupakan suatu proses yang melibatkan banyak faktor dan aspek yang sangat kompleksitas dan sulit diprediksi (Wu et al., 2017). Dalam pelaksanaannya harus melibatkan orang yang ahli agar proyek bisa berjalan dengan target yang sudah direncanakan dari awal (Rani, 2016) dan alokasi waktu yang tepat harus diperhatikan (Budinata & Huda, 2021) serta komunikasi yang efektif sangat diperlukan dalam pelaksanaan konstruksi agar dapat terwujud keberhasilan proyek (Ejohwomu et al., 2017). Dengan demikian, proyek konstruksi dapat berjalan dengan lancar dan memenuhi standar kualitas yang ditetapkan. Penggunaan metode *paired comparison* dalam pekerjaan konstruksi dapat membantu perencana dalam membuat keputusan yang lebih akurat dan efektif terkait pengurangan risiko dan kegagalan struktur (Eskander, 2018).

Metode *paired comparison* adalah teknik perbandingan yang digunakan untuk membandingkan dua pilihan atau alternatif berbeda dan menentukan mana yang lebih penting atau yang lebih diinginkan. Dalam studi kasus ini metode

paired comparison digunakan untuk membandingkan pekerjaan dengan pendekatan *Value Engineering* (VE) atau rekayasa nilai. Arumsari & Tanachi (2018) mengatakan VE merupakan pendekatan yang sistematis dan terstruktur dengan tujuan untuk mengurangi biaya tetapi tetap mempertahankan kualitas dari pekerjaan. Dalam perhitungan analisis rekayasa nilai dengan menggunakan metode *paired comparison* dibuatkan *list* atau daftar kriteria dari masing-masing alternatif untuk dicari bobot serta indeks dan dibuatkan matriks evaluasi agar dapat ditentukan masing-masing alternatif (Iswati, 2017). Dalam penelitian ini dilakukan perbandingan pada pekerjaan pondasi bangunan gedung Asrama A. Jenis pondasi yang digunakan yaitu pondasi tiang pancang persegi (eksisting) dibandingkan dengan penggunaan desain pondasi tiang pancang berbentuk segitiga dan tiang pancang bulat. Setelah dilakukan rekayasa nilai diharapkan dapat memperoleh hasil yang lebih optimal dari segi kekuatan, keamanan serta efisiensi biaya.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan analisis kualitatif dan kuantitatif. Pendekatan kualitatif menggunakan data yang lebih deskriptif seperti wawancara dengan pihak terkait dengan pelaksanaan pekerjaan dan pendekatan kuantitatif menggunakan data numerik untuk menguji hipotesis atau pola dalam data (Creswell, 2009) dengan sumber data yang diperoleh yaitu data teknis proyek berupa gambar desain, Rencana Anggaran Biaya (RAB), daftar analisa pekerjaan. Diagram alir untuk penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi pekerjaan yang akan dilakukan dengan pendekatan VE

Mengidentifikasi pekerjaan yang akan dilakukan yaitu dengan dua cara diantaranya *cost model* dan *breakdown*. *Cost model* dibuat untuk mengidentifikasi komponen biaya yang signifikan dalam memperkirakan biaya total dan kemudian dianalisis untuk memperlihatkan item yang paling mahal atau yang paling mempengaruhi biaya secara keseluruhan sebelum dilakukan analisis. Tabel 1 adalah tabel *cost model* pada pekerjaan Gedung Asrama A.

Tabel 1. *Cost model* pada pekerjaan gedung (dalam satuan rupiah)

Pekerjaan	Total anggaran
Pekerjaan Persiapan	298.735.682,73
Pekerjaan <i>Site Development</i>	896.096.890,65
Pekerjaan Struktur Bawah	6.682.870.713,04
Pekerjaan Struktur Atas	9.281.060.004,36
Pekerjaan Menara	271.735.527,42

Setelah itu tahapan yang dilakukan yaitu *breakdown* biaya yang ada dengan pemecahan biaya menjadi item-item yang lebih rinci. Hal ini dilakukan untuk menemukan item yang paling berpengaruh dan memilih pekerjaan mana yang akan dilakukan rekayasa nilai. *Breakdown* Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada bangunan Gedung Asrama A dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. *Breakdown* RAB (dalam satuan rupiah)

Rencana anggaran proyek	Total anggaran
Pekerjaan persiapan	298.735.682,73
Pekerjaan <i>Site Development</i>	896.096.890,65
Pekerjaan tiang pancang	3.834.143.026,84
Pekerjaan tanah dan pondasi	1.138.834.283,31
Pekerjaan beton <i>pile cap</i>	431.761.483,05
Struktur lantai 1, Elv 0.00 M	1.820.217.326,79
Struktur lantai 2, Elv 4.00 M	2.892.191.883,03
Struktur lantai 3, Elv 8.00 M	2.520.866.449,65
Struktur <i>top floor</i> , Elv 12.00 M	2.047.344,88
Pekerjaan beton <i>pile cap</i>	171.503.325,31
Pekerjaan tanah dan pondasi batu kali	49.237.614,56
Struktur lantai 1, Elv 0.00 M	50.997.587,66
Jumlah	17.430.501.818,18
PPN+PPH	1.743.050.181,82
Total	19.173.552.000,00

Berdasarkan Tabel 2, pekerjaan tiang pancang merupakan anggaran biaya yang paling tinggi yaitu Rp. 3.834.143.026,84 maka dari itu *item* pekerjaan tiang pancang yang akan dilakukan proses VE.

Tahapan analisis VE pada pekerjaan pondasi tiang pancang

Analisis nilai pada tahapan ini yaitu untuk mencari solusi yang lebih efektif dan efisien dalam memenuhi fungsi dari pondasi tiang pancang sendiri. Fungsi pondasi tiang pancang yaitu menyalurkan dan menopang struktur bangunan yang ada di atasnya. Alternatif solusi yang dilakukan harus memenuhi fungsi dari pondasi tiang pancang dengan mempertimbangkan biaya, kualitas dan faktor-faktor yang relevan. Desain pondasi tiang pancang (eksisting) yang sudah ada sebelumnya yaitu berbentuk persegi (*square pile*). Alternatif yang digunakan yaitu pondasi tiang pancang berbentuk segitiga (*triangular pile*) dan berbentuk bulat (*spun pile*). Untuk memudahkan analisis dengan VE berikut disajikan dalam bentuk tabel kelebihan dan kekurangan dari masing-masing alternatif (Basack & Sen, 2012; Darvell, 2018; Deendayal, 2017; Wang, 2011). Tabel 3 menampilkan kelebihan dan kekurangan pondasi tiang pancang.

Tabel 3. Kelebihan dan kekurangan pondasi tiang pancang

Desain	Kelebihan	Kekurangan
Pondasi tiang pancang berbentuk persegi (<i>square pile</i>) pondasi eksisting yang digunakan	Memiliki kapasitas daya dukung yang cukup besar. Memiliki bentuk yang dapat menahan gaya lateral dan dapat digunakan pada tanah lunak	Harga yang agak relatif mahal, proses pembuatan yang memerlukan waktu lebih lama
Pondasi tiang pancang berbentuk segitiga (<i>triangular</i>) alternatif desain	Memiliki daya dukung yang tinggi, dan mampu menahan beban struktur yang kuat. Konstruksinya relatif lebih sederhana dan memerlukan waktu yang singkat dalam proses pemasangan. Cocok digunakan pada tanah lunak dan mampu menyesuaikan dengan kondisi tanah yang berbeda-beda.	Harga material lebih mahal dibandingkan dengan pondasi pancang berbentuk bulat serta sulit dilakukan perbaikan jika terjadi kerusakan pada pondasi

Tabel 4 (Lanjutan). Kelebihan dan kekurangan pondasi tiang pancang

Desain	Kelebihan	Kekurangan
Pondasi tiang pancang berbentuk bulat (<i>spun pile</i>) alternatif desain.	Harga material lebih murah dibandingkan dengan pondasi pancang berbentuk segitiga. Memiliki kekuatan daya dukung yang cukup tinggi untuk menahan beban struktur yang berat serta cocok digunakan untuk tanah yang keras dan dapat digunakan untuk memperbaiki tanah longsor atau miring	Konstruksi yang lebih rumit dan memerlukan waktu yang lebih lama dalam proses pemasangan serta perawatan yang sulit untuk dilakukan inspeksi visual pada bagian dalam pondasi

Setelah dianalisis kelebihan dan kekurangan dari alternatif yang digunakan, maka dilakukan perhitungan biaya pekerjaan untuk kedua alternatif tersebut. Berikut adalah tabel estimasi perhitungan biaya dari alternatif pondasi tiang pancang berbentuk segitiga (*triangular pile*) dan berbentuk bulat (*spun pile*).

Tabel 5. Estimasi biaya alternatif pondasi berbentuk segitiga dalam satuan rupiah (*triangular pile*)

Jenis Pekerjaan	Volume	Harga Satuan	Jumlah
Mobilisasi dan demobilisasi	1 unit	50.000.000,00	50.000.000,00
Pengadaan tiang pancang	11.592 dm	235.000	2.724.120.000
Pengelasan plat joint pancang	107.775 cm	2.945	315.289.296
Pekerjaan tiang pancang	11.592 m	74.680	865.690.560
Bobok tiang pancang	483 buah	130.000	62.790.000
Jumlah total			4.017.889.856,00

Berdasarkan Tabel 5 perhitungan estimasi biaya untuk alternatif pondasi tiang pancang berbentuk segitiga yaitu Rp. 4.017.889.846,00. Berikutnya estimasi biaya untuk alternatif pondasi tiang pancang berbentuk bulat.

Tabel 6. Estimasi biaya alternatif pondasi berbentuk bulat dalam satuan rupiah (*spun pile*)

Jenis Pekerjaan	Volume	Harga Satuan	Jumlah
Mobilisasi dan demobilisasi	1 unit	50.000.000,00	50.000.000,00
Pekerjaan tiang pancang D.300	8.592 m	406.000	3.488.352.000
Pengelasan <i>plat joint</i> pancang	101.170 cm	2.945	295.989.105
Pekerjaan tiang pancang	8.529 m	74.680	641.650.560
Bobok tiang pancang	358 buah	130.000	46.540.000
Jumlah total			4.522.511.665,00

Berdasarkan Tabel 6 perhitungan estimasi biaya untuk alternatif pondasi tiang pancang berbentuk segitiga yaitu Rp. 4.522.511.665,00. Setelah dilakukan analisa estimasi biaya untuk pondasi tiang pancangnya (segitiga dan bulat) dilakukan perhitungan kekuatan dari masing-masing pondasi tiang pancang mulai dari bentuk persegi, segitiga, dan bulat.

Tabel 7. Kekuatan pondasi

Pondasi tiang pancang persegi (eksisting) 2 konfigurasi dengan ukuran 25x25 cm	Pondasi tiang pancang segitiga (<i>triangular</i>) 2 konfigurasi (alternatif 1)	Pondasi tiang pancang bulat (<i>spun pile</i>) 2 konfigurasi (alternatif 2)
Beban struktur (V) = 27.48 ton hasil <i>output</i> etabs	Beban struktur (V) = 27.48 ton hasil <i>output</i> etabs	Beban struktur (V) = 27.48 ton hasil <i>output</i> etabs
Kuat tekan (f_c') = 41.5 MPa	Kuat tekan (f_c') = 41.5 MPa	Kuat tekan (f_c') = 41.5 MPa
Kedalaman = 24 m	Kedalaman = 24 m	Kedalaman = 24 m
Berdasarkan output data sondir	Berdasarkan output data sondir	Berdasarkan output data sondir
$Q_c = 12 \text{ kg/cm}^2$	$Q_c = 12 \text{ kg/cm}^2$	$Q_c = 12 \text{ kg/cm}^2$
JHP = 634 kg/cm	JHP = 634 kg/cm	JHP = 634 kg/cm
<i>Safety factor</i>	<i>Safety factor</i>	<i>Safety factor</i>
$F_1 = 3$	$F_1 = 3$	$F_1 = 3$
$F_2 = 5$	$F_2 = 5$	$F_2 = 5$
Luas tampang tiang pancang (ap) = 625 cm ²	Luas tampang tiang pancang (ap) = 194.86 cm ²	Luas tampang tiang pancang (ap) = 706.86 cm ²
Keliling tiang pancang = 100 cm	Keliling tiang pancang = 90 cm	Keliling tiang pancang = 94.25 cm
Daya dukung <i>single pile</i> $Q_{\text{tiang}} = 15.18 \text{ ton}$	Daya dukung <i>single pile</i> $Q_{\text{tiang}} = 12.19 \text{ ton}$	Daya dukung <i>single pile</i> $Q_{\text{tiang}} = 14.78 \text{ ton}$
Menghitung jumlah tiang (n) = 2	Menghitung jumlah tiang (n) = 3	Menghitung jumlah tiang (n) = 2
Menghitung jarak tiang pancang (s) = 60	Menghitung jarak tiang pancang (s) = 30	Menghitung jarak tiang pancang (s) = 60
Efektivitas tiang (E) = 0.852	Efektivitas tiang (E) = 0.803	Efektivitas tiang (E) = 0.852
Dimensi <i>pile cap</i>	Dimensi <i>pile cap</i>	Dimensi <i>pile cap</i>
Tebal (h) = 600 mm	Tebal (h) = 600 mm	Tebal (h) = 600 mm
Lebar (b) = 1200 mm	Lebar (b) = 1200 mm	Lebar (b) = 1200 mm
Tebal efektif (d) = 521 mm	Tebal efektif (d) = 521 mm	Tebal efektif (d) = 521 mm
Koefisien geser = 0.75	Koefisien geser = 0.75	Koefisien geser = 0.75
Ukuran kolom (c) = 450 mm	Ukuran kolom (c) = 450 mm	Ukuran kolom (c) = 450 mm
Jarak tiang ketepi kolom (s') = 300 mm	Jarak tiang ketepi kolom (s') = 150 mm	Jarak tiang ketepi kolom (s') = 300 mm
Cek geser kolom	Cek geser kolom	Cek geser kolom
$B_o = 3884 \text{ mm}$	$B_o = 3884 \text{ mm}$	$B_o = 3884 \text{ mm}$
$V_{c1} = 651.79 \text{ ton}$	$V_{c1} = 651.79 \text{ ton}$	$V_{c1} = 651.79 \text{ ton}$
$V_{c2} = 800.14 \text{ ton}$	$V_{c2} = 800.14 \text{ ton}$	$V_{c2} = 800.14 \text{ ton}$
$V_{c3} = 434.43 \text{ ton}$	$V_{c3} = 434.43 \text{ ton}$	$V_{c3} = 434.43 \text{ ton}$
$\emptyset V_n$ = 3258.97 ton > 274.85 ok	$\emptyset V_n$ = 3258.97 ton > 274.84 ok	$\emptyset V_n$ = 3258.97 ton > 274.85 ok
Cek geser tiang	Cek geser tiang	Cek geser tiang
$V_u = 13.74 \text{ ton}$	$V_u = 9.16 \text{ ton}$	$V_u = 13.74 \text{ ton}$
$b_o = 1571 \text{ mm}$	$b_o = 1271 \text{ mm}$	$b_o = 1571 \text{ mm}$
$V_{c1} = 263.64 \text{ ton}$	$V_{c1} = 213.29 \text{ ton}$	$V_{c1} = 263.64 \text{ ton}$
$V_{c2} = 670.76 \text{ ton}$	$V_{c2} = 653.98 \text{ ton}$	$V_{c2} = 670.76 \text{ ton}$
$V_{c3} = 175.76 \text{ ton}$	$V_{c3} = 142.20 \text{ ton}$	$V_{c3} = 175.76 \text{ ton}$
$\emptyset V_n$ = 1318.19 ton > 137.42 ok	$\emptyset V_n$ = 1066.47 ton > 91.62 ok	$\emptyset V_n$ = 1318.19 ton > 137.42 ok

Dari Tabel 7, terlihat bahwa kekuatan pondasi Gedung Asrama A yang telah diuji dan memenuhi standar keamanan yang dibutuhkan untuk diaplikasikan pada pekerjaan bangunan tersebut. Dengan demikian, para kontraktor dapat memastikan bahwa pondasi tersebut dapat menopang bangunan dengan kuat dan aman. Selain itu, hasil uji kekuatan ini dapat menjadi acuan dalam menentukan ukuran dan tipe pondasi yang sesuai dengan kebutuhan proyek pembangunan gedung asrama yang memenuhi standar keamanan dan kelayakan. Oleh karena itu, penting bagi para pelaku industri konstruksi untuk memperhatikan hasil uji kekuatan pondasi dalam merencanakan dan melaksanakan proyek pembangunan gedung asrama yang aman dan berkualitas. Langkah selanjutnya analisis VE dengan menggunakan metode *paired comparison* yaitu membuat bobot dari masing-masing faktor diantaranya pembiayaan, waktu pelaksanaan, jumlah tenaga kerja, mutu beton serta kondisi cuaca, hal ini dianggap faktor yang mungkin

menghambat ataupun meningkatkan kinerja di lapangan. Tabel 8 menampilkan perbandingan bobot antar faktor dari desain pekerjaan pondasi tiang pancang berbentuk persegi, segitiga, dan bulat.

Tabel 8. Perbandingan bobot antar faktor

	B	C	D	E	Skor	Persentase	Deskripsi
A	A3	A3	A3	A3	15	44	A = Mutu beton
	B	B3	B3	B3	9	26	B = Biaya
		C	C2	C2	6	18	C = Waktu
			D	D1	2	6	D = Kondisi cuaca
				E	2	6	E = Jumlah SDM
	Total				34	100	

Setelah seluruh item pekerjaan memiliki bobot selanjutnya membuat indeks terhadap kriteria alternatif desain menggunakan metode *paired comparison*, yang hasilnya ditampilkan pada Tabel 9 - Tabel 13.

Tabel 9. Indeks alternatif terhadap kriteria mutu beton

	B	C	Skor	Persentase	Deskripsi
A	A3	C2	2	33	A = Persegi (eksisting)
	B	C2	0	0	B = Segitiga
			4	67	C = Bulat
	Total		6	100	

Tabel 10. Indeks alternatif terhadap kriteria pembiayaan

	B	C	Skor	Persentase	Deskripsi
A	A2	A3	5	71	A = Persegi (eksisting)
	B	B2	2	29	B = Segitiga
			0	0	C = Bulat
	Total		7	100	

Tabel 11. Indeks alternatif terhadap kriteria waktu

	B	C	Skor	Persentase	Deskripsi
A	A3	C1	6	86	A = Persegi (eksisting)
	B	A3	0	0	B = Segitiga
			1	14	C = Bulat
	Total		7	100	

Tabel 12. Indeks alternatif terhadap kriteria kondisi cuaca

	B	C	Skor	Persentase	Deskripsi
A	A1	B1	1	33	A = Persegi (eksisting)
	B	C3	1	33	B = Segitiga
			1	34	C = Bulat
	Total		3	100	

Tabel 13. Indeks alternatif terhadap kriteria jumlah sumber daya manusia

	B	C	Skor	Persentase	Deskripsi
A	A1	A1	3	67	A = Persegi (eksisting)
	B	C1	2	0	B = Segitiga
			1	33	C = Bulat
	Total		6	100	

Setelah membuat *paired comparison* untuk indeks dan bobot selanjutnya adalah memasukan indeks tersebut ke dalam matriks evaluasi. Berdasarkan hasil perhitungan maka diperoleh hasil yang disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Matriks analisis fungsi, hasil analisa penelitian

Fungsi	Mutu beton	Biaya	Waktu	Cuaca	SDM	Total
Bobot	44%	26%	18%	6%	6%	
Pondasi Eksisting	33%	71%	86%	33%	67%	54%
	15%	18%	15%	2%	4%	
Pondasi Alternatif 1	0%	29%	0%	33%	0%	
	0%	7%	0%	2%	0%	9%
Pondasi Alternatif 2	67%	0%	14%	34%	33%	
	30%	0%	3%	2%	2%	37%
Total						100

Total hasil merupakan jumlah dari bobot dikali nilai. Untuk memilih pekerjaan alternatif dilihat dari total nilai terbesar. Dari hasil total yang dihitung didapatkan angka 54% yaitu pada desain eksisting. Jadi pilihan yang akan dipakai tetap desain eksisting karena memiliki keunggulan dari alternatif 1 dan alternatif 2.

Tahapan rekomendasi

Dasar pertimbangan analisa VE dengan menggunakan metode *paired comparison* tetap menggunakan pondasi persegi (*square pile*) setelah dianalisis penghematan pembiayaan, waktu pelaksanaan, jumlah tenaga kerja, mutu beton serta kondisi cuaca ketika pekerjaan dilakukan. Desain yang efisien, cepat, dan hemat harus menjadi prioritas utama tetapi mutu serta keselamatan pekerjaan harus diperhatikan dengan seksama. Menurut (Hidayati, 2022; Ramadhan et al., 2022) pada saat merancang pondasi tiang pancang persegi harus memperhatikan beberapa faktor penting seperti kekuatan tanah pada lokasi pekerjaan serta beban struktural yang akan ditopang selain itu (Munirwansyah, 2015; Syaifei, 2016; Triastuti, 2019) mengungkapkan bahwa kualitas dan keamanan proyek konstruksi sangat penting untuk dijaga agar terhindar dari kegagalan dan kecelakaan.

Oleh karena itu, penting untuk memilih bahan konstruksi yang berkualitas sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dan memastikan bahwa tenaga ahli yang terampil dan berpengalaman untuk mengerjakan proyek konstruksi tersebut. Selain itu, selama pelaksanaan proyek, penggunaan alat pelindung diri yang sesuai dengan standar sangat diperlukan untuk mencegah kecelakaan kerja. Salah satu studi menunjukkan bahwa masalah kualitas bahan bangunan dan keterampilan tenaga kerja yang buruk merupakan faktor utama dalam kegagalan proyek konstruksi di Indonesia (Ardiansyah et al., 2022). Studi tersebut juga menyarankan untuk melakukan evaluasi faktor risiko dan perbaikan yang diperlukan dalam proyek konstruksi. Dalam hal ini, pihak terkait harus mengawasi pemilihan bahan konstruksi dan menjamin bahwa tenaga kerja yang terampil dan berpengalaman dipilih untuk mengerjakan proyek tersebut. Selain itu, penting untuk memastikan bahwa alat pelindung diri digunakan secara tepat selama pelaksanaan proyek konstruksi, seperti yang telah diatur dalam peraturan keselamatan kerja yang berlaku. Hal ini akan membantu mengurangi risiko kecelakaan dan meningkatkan kualitas dan keamanan proyek konstruksi secara keseluruhan.

mengungkapkan bahwa penting juga memilih bahan yang berkualitas sesuai standar serta memastikan bahwa proyek konstruksi yang dikerjakan dilakukan oleh tenaga ahli yang terampil dan berpengalaman dan juga selama pelaksanaan pekerjaan proyek selalu menggunakan alat pelindung diri sesuai dengan standar.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisa *paired comparison* dengan pendekatan *value engineering* dapat disimpulkan bahwa skenario desain pada pekerjaan pondasi persegi lebih unggul dari segi pembiayaan, waktu pelaksanaan, jumlah tenaga kerja, mutu beton serta kondisi cuaca di lapangan dengan total nilai 54%. Oleh karena itu keputusan akhir tetap menggunakan pondasi pancang persegi.

Penerapan *value engineering* dalam proyek konstruksi merupakan suatu metode yang penting untuk meningkatkan efisiensi biaya dan kualitas hasil konstruksi. Selain pekerjaan struktur, metode ini juga dapat dilakukan pada pekerjaan mekanikal, elektrikal, dan arsitektur yang memiliki potensi untuk dilakukan *value engineering*. Dalam prosesnya, pihak yang terkait harus bekerja sama dan berkoordinasi dengan baik untuk menghasilkan desain baru yang optimal dan sesuai dengan kebutuhan proyek. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisa terhadap kriteria yang menjadi pertimbangan dalam memunculkan alternatif desain yang lebih efektif dan efisien. Metode *paired comparison* dapat digunakan untuk membantu proses analisa ini, di mana semakin banyak kriteria desain yang dipertimbangkan maka semakin valid hasil analisisnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, M. K., Irawan, S., & Purba, H. H. (2022). Identifikasi Faktor Risiko Keselamatan Pada Proyek Konstruksi Bangunan Gedung Di Indonesia Dalam 10 Tahun Terakhir (2011-2021): Kajian Literatur. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen*, 20(1), 45–58. <https://doi.org/10.52330/Jtm.V20i1.46>
- Arumsari, P., & Tanachi, R. (2018). Value Engineering Application in a High Rise Building (A Case Study In Bali). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 195(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/195/1/012015>
- Basack, S., & Sen, S. (2012). A Boundary Element Solution for Single Pile Subjected to Combined Axial and Torsional Loadings. *Proc., Indian Geotechnical Conf., Indian Institute of Delhi, New Delhi, India*, 2, 648–651.
- Budinata, T., & Al Huda, A. (2021, December). Perkembangan Mutu Pada Proyek Konstruksi: Sebuah Kajian Literatur. In *Seminar Keinsinyuran Program Studi Program Profesi Insinyur* (Vol. 2, No. 1).
- Creswell, J. W. (2009). *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods Approaches*. Sage.
- Darvell, B. W. (2018). *Materials science for dentistry*.
- Deendayal, R. (2017). Behavior Of A Single Pile Located On Sloping Ground Of A Soil Under Cyclic Loading: A Finite Element Analysis. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*, 8(10), 925–932. <http://iaeme.com/Home/journal/IJCIET925editor@iaeme.comhttp://http://iaeme.comhttp://iaeme.com>
- Ejohwomu, O. A., Oshodi, O. S., & Lam, K. C. (2017). Nigeria's construction industry: barriers to effective communication. *Engineering, Construction, and Architectural Management*, 24(4), 652–667. <https://doi.org/10.1108/ECAM-01-2016-0003>
- Eskander, R. F. A. (2018). Risk assessment influencing factors for Arabian construction projects using analytic hierarchy process. *Alexandria Engineering Journal*, 57(4), 4207–4218. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2018.10.018>
- Hidayati, A. M., Ardana, M. D. W., & Sukma, N. M. W. Analisa Perbandingan Pondasi Tiang Pancang Dengan Tiang Bor Berdasarkan Mutu, Efisiensi Konstruksi Dan Biaya Konstruksi Pada Bangunan Gedung Klinik. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil. A Scientific Journal of Civil Engineering*, 26(1), 11–16.
- Iswati, I., Hartono, W., & Sugiyarto, S. (2017). Analisis Value Engineering Dengan Metode Paired Comparison Pada Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium Komputer Kampus 3 Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta. *Matriks Teknik Sipil*, 5(1).
- Munirwansyah., Marwan., Chairullah, B., Munirwan, R.P., Muddin, Y. (2015). Tinjauan Perencanaanpondasi Tiang Pancang Pada Pelabuhan International Hub Port Sabang Dengan Metode Tomlinson-Broms Dan Program Plaxis. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala*, 4(2), 115–124.
- Ramadhan, M. N. D., Solin, D. P., & Astawa, M. D. (2022). Analisis Pengaruh Variasi Bentuk Dan Variasi Dimensi Terhadap Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Gedung Kuliah Bersama Dan Laboratorium Feb Upn “Veteran” Jawa Timur. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 11(2), 245-252.
- Rani, H. A. (2016). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Deepublish. Yogyakarta. <https://www.researchgate.net/publication/316081639>
- Syafei, M. I. G. (2016). Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Dengan Memperhitungkan Pengaruh Likuifaksi Pada Proyek Pembangunan Hotel di Lombok. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2).
- Triastuti, N. S. dan I. (2019). Analisis Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Hasil Perhitungan dan Loading Test. *Indonesian Journal of Construction Engineering and Sustainable Development (Cesd)*, 2(2), 48–53.
- Wang, X. Q., Wei, J. S., & Chen, Y. H. (2011). Comparative Study on Bearing Performance between Y-Section Pile and Conventional Pile. In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 55, pp. 1247-1252). Trans Tech Publications Ltd.
- Wu, G., Liu, C., Zhao, X., & Zuo, J. (2017). Investigating the relationship between communication-conflict interaction and project success among construction project teams. *International Journal of Project Management*, 35(8), 1466–1482. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.08.006>