

Optimasi Pemilihan *Supplier* Kayu dengan Metode PROMETHEE untuk Pemilihan *Supplier* Terbaik di CV AIDA

Qanita Zahira Muhar Arifin⁽¹⁾, Rr. Rochmoeljati⁽²⁾

Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
Jl. Rungkut Madya No.1, Gn. Anyar, Kec. Gn. Anyar, Surabaya, Indonesia

Email: ¹qanitazahira22@gmail.com, ²rochmoeljati@gmail.com

Tersedia Online di

<http://www.jurnal.unublitar.ac.id/index.php/briliant>

Sejarah Artikel

Diterima 19 Januari 2025

Direvisi 22 Januari 2025

Disetujui 23 Januari 2025

Dipublikasikan 22 Februari 2026

Keywords:

AHP; PROMETHEE; *Supplier*

Abstract: CV Aida is a company engaged in furniture manufacturing. The purpose of this research is to select the best supplier for CV Aida. This study uses primary data in the form of CV Aida's supplier criteria obtained through interviews and questionnaires with three employees who understand the company's suppliers, as well as secondary data in the form of a list of teak wood suppliers and literature studies as the basis for determining the criteria. The dependent variable is the best alternative supplier of wood raw materials for CV Aida, while the independent variables are the supplier selection criteria derived from the literature and interview results. Data processing is carried out using the AHP method to determine the weights of criteria and subcriteria, and the PROMETHEE method to evaluate and determine the best supplier based on these criteria. The finding indicates that the top-ranked supplier is UD Tulus with a net flow of 0.427. UD Barokah is ranked second with a net flow of 0.09225. Meanwhile, UD Ikhwan Kayu occupies the third rank with a net flow of -0.132. Although UD Ikhwan Kayu has a negative net flow, it is still better than UD Hikmah and UD Agung Kayu, with net flows of -0.15475 and -0.2325, respectively.

Kata Kunci:

AHP; PROMETHEE;
Pemasok

Corresponding Author:

Name:

Qanita Zahira Muhar Arifin

Email:

Qanita Zahira Muhar Arifin

Abstrak: CV Aida adalah perusahaan yang bergerak dalam manufaktur furnitur. Adapun tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk memilih *supplier* yang terbaik bagi CV Aida. Penelitian ini menggunakan data primer berupa kriteria *supplier* CV Aida yang diperoleh melalui wawancara dan kuesioner kepada tiga pegawai yang memahami *supplier* perusahaan, serta data sekunder berupa daftar pemasok kayu jati dan studi pustaka sebagai dasar penentuan kriteria. Variabel terikatnya adalah alternatif *supplier* bahan baku kayu terbaik bagi CV Aida, sedangkan variabel bebasnya adalah kriteria pemilihan *supplier* yang berasal dari literatur dan hasil wawancara. Pengolahan

data dilakukan dengan metode AHP untuk menentukan bobot kriteria dan subkriteria, serta metode PROMETHEE untuk mengevaluasi dan menentukan *supplier* terbaik berdasarkan kriteria tersebut. Adapun hasil penelitian ini yaitu peringkat pertama sebagai *supplier* terbaik adalah UD Tulus dengan *net flow* sebesar 0,427. UD Barokah berada di peringkat kedua dengan *net flow* 0,09225. Sementara itu, UD Ikhwan Kayu menempati peringkat ketiga dengan *net flow* sebesar -0,132. Meskipun UD Ikhwan Kayu memiliki *net flow* negatif, tetapi tetap lebih baik dibandingkan UD Hikmah dan UD Agung Kayu dengan *net flow* masing-masing sebesar -0,15475 dan -0,2325

PENDAHULUAN

Menurut (Muktamar et al., 2023), pengambilan keputusan yang tepat sangat krusial untuk mencapai hasil yang optimal, terutama dalam menghadapi tantangan di industri yang semakin

kompetitif. Salah satu contoh kasus yang relevan adalah CV Aida yang merupakan sebuah perusahaan manufaktur furnitur. Perusahaan ini menghadapi permasalahan terkait kualitas kayu jati yang tidak sesuai standar serta keterlambatan pengiriman bahan baku. Masalah ini mengganggu proses produksi, mengurangi efisiensi operasional, dan meningkatkan biaya produksi.

Manajemen pengadaan merupakan bagian dari manajemen rantai pasokan yang secara terstruktur dan strategis mengelola perolehan barang dan jasa hingga penerimaan hasil untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dan pengguna (Bustomi et al., 2024). Mengutip dari Hugos (2019), fungsi pengadaan meliputi lima kegiatan utama: pembelian untuk mengelola pesanan bahan langsung dan tidak langsung, manajemen konsumsi untuk memantau konsumsi produk, seleksi vendor untuk memilih pemasok berdasarkan harga dan kualitas, negosiasi kontrak untuk menyepakati harga dan layanan, serta manajemen kontrak untuk memastikan pemasok memenuhi kewajiban kontraknya. Pemasok atau *supplier* adalah pihak atau entitas yang menyediakan barang atau jasa untuk bisnis atau individu (Wulandari & Mulyanto, 2024). Faktor-faktor utama yang dipertimbangkan perusahaan saat memilih pemasok menurut Stevenson (2018) diantaranya yaitu: kualitas dan asuransi kualitas, fleksibilitas, lokasi, harga, perubahan produk atau servis, reputasi dan stabilitas finansial, *lead time* dan *on time delivery*, serta ketergantungan dengan pelanggan lain.

Dalam pemilihan pemasok, pendekatan pengambilan keputusan multikriteria atau MCDM diperlukan (Paul et al., 2021). MCDM mulai populer pada tahun 1970-an dan hingga sekarang terdapat 70 metode MCDM yang telah ditemukan (Ghaleb et al., 2020). Syaripudin (2022) mendefinisikan *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) sebagai suatu pendekatan untuk membuat keputusan yang melibatkan beberapa kriteria atau tujuan dengan membuat peringkat atau memilih diantara alternatif yang ada. Pendekatan multikriteria diperlukan dalam konteks optimasi proses pemilihan *supplier* karena MCDM memiliki karakteristik unik, seperti kemampuan untuk mengakomodasi beberapa kriteria yang tidak dapat dibandingkan dan bertentangan, menangani unit pengukuran yang berbeda antar kriteria, serta mencakup evaluasi berbagai alternatif (Jamwal et al., 2021). Dalam pendekatan multikriteria, penilaian subjektif terhadap kriteria tertentu dapat diperoleh melalui skala likert. Skala Likert adalah jenis skala penilaian yang memungkinkan responden menyatakan tingkat persetujuan atau ketidaksetujuannya terhadap suatu pernyataan dengan berbagai pilihan jawaban yang digunakan untuk mengukur sikap dan pendapat secara lebih sensitif dan menghasilkan data numerik untuk analisis (Cohen et al., 2018).

Salah satu metode dalam MCDM yang sering digunakan adalah *Analytical Hierarchy Process* (AHP). AHP merupakan metode pengambilan keputusan yang dikembangkan oleh T.L. Saaty pada 1971–1975 untuk memilih alternatif terbaik berdasarkan beberapa kriteria. Proses ini melibatkan penilaian perbandingan berpasangan untuk menentukan prioritas alternatif dan kriteria dan memungkinkan penilaian yang tidak konsisten (Saaty & Vargas, 2012). Selain AHP, metode lainnya yang dapat digunakan dalam pemilihan *supplier* adalah PROMETHEE. Menurut Ishak et al (2019), PROMETHEE adalah metode pemilihan keputusan yang menangani penilaian dan pemilihan serangkaian pilihan berdasarkan beberapa kriteria dengan tujuan pemeringkatan di antara faktor-faktor. PROMETHEE mengutamakan struktur preferensi dengan fungsi preferensi dan hubungan dominasi antara alternatif. PROMETHEE memiliki beberapa varian, di antaranya PROMETHEE I dan II untuk pemeringkatan parsial dan lengkap (Taherdoost, 2023). Menurut Handayani & Noranita (2018), dalam menentukan nilai preferensi, PROMETHEE menyediakan enam bentuk fungsi preferensi kriteria, yaitu: kriteria biasa, kriteria quasi, kriteria linier, kriteria level, kriteria quasi linier, dan kriteria gaussian.

AHP memiliki kekurangan dalam menangani kompensasi antar kriteria, memerlukan banyak perbandingan berpasangan, dan terbatas pada skala 9 poin (Asadabadi et al., 2019). Sedangkan, PROMETHEE-I menghindari masalah tersebut dengan hubungan dominasi yang lebih jelas, membutuhkan lebih sedikit *input*, dan lebih fleksibel dalam menangani deviasi. Namun, dengan AHP lebih mudah menyusun masalah dengan hirarki kriteria, sementara

PROMETHEE kesulitan jika jumlah kriteria banyak (Macharis et al., 2004). Untuk menutupi kekurangan dari kedua metode ini, maka keduanya dikombinasikan. Kombinasi ini telah digunakan dalam penelitian Trivedi et al., (2023) dalam konteks penentuan keparahan faktor yang mempengaruhi kecelakaan lalu lintas, penelitian Animah & Shafiee, (2021) dalam konteks penentuan strategi perbaikan mesin terbaik, penelitian Abad et al., (2021) dalam konteks menyeleksi tempat pembuangan akhir (TPA), penelitian Sikalo et al., (2023) dalam konteks membandingkan kinerja portofolio, dan penelitian Ikwan et al., (2020) dalam konteks memprediksi kebocoran tangki penyimpanan.

Penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Setiawan & Hartini (2022) dan Isa et al., (2021), menunjukkan bahwa kombinasi AHP dan PROMETHEE dapat mengoptimalkan pemilihan *supplier*. Dengan mempertimbangkan tantangan yang dihadapi CV Aida dalam memilih *supplier* kayu, penggunaan metode pengambilan keputusan multikriteria menjadi solusi untuk mencapai efisiensi dan efektivitas produksi. Dengan menerapkan AHP untuk menentukan bobot kriteria dan PROMETHEE untuk memilih alternatif terbaik, diharapkan CV Aida dapat menemukan *supplier* yang tepat sehingga meningkatkan kepuasan pelanggan melalui produk berkualitas dan pengiriman tepat waktu.

METODE

Data primer penelitian ini berupa data kriteria *supplier* CV Aida yang didapatkan dengan melakukan wawancara. Selain itu, data tingkat kepentingan kriteria dan data evaluasi penilaian *supplier* juga didapatkan dengan kuesioner yang diadakan secara bertahap. Kuesioner ini disebarkan untuk tiga responden yakni pegawai perusahaan yang berpengalaman mengenai *supplier* perusahaan. Data sekunder yang dikumpulkan yaitu data pemasok kayu jati perusahaan. Sementara itu, studi pustaka juga dilakukan untuk mempertimbangkan kriteria-kriteria yang krusial dalam pemilihan *supplier*. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah alternatif *supplier* bahan baku kayu yang terbaik bagi CV Aida. Sedangkan, variabel bebasnya yaitu kriteria dalam memilih *supplier* bahan baku kayu yang terbaik bagi CV Aida, bersumber dari kajian literatur dan wawancara.

Teknik pengolahan data menggunakan kombinasi dari dua metode MCDM, yaitu AHP dan PROMETHEE. AHP digunakan untuk menentukan bobot kriteria dan subkriteria *supplier*. Sedangkan, PROMETHEE digunakan untuk mengevaluasi *supplier* yang ada terhadap kriteria dan subkriteria sebelumnya. Pengolahan data dengan AHP dimulai dari membuat struktur hirarki, mendefinisikan matriks perbandingan berpasangan, menentukan *eigen value*, menentukan rasio konsistensi, dan menentukan bobot akhir bagi masing-masing subkriteria. Penentuan rasio konsistensi tersebut didapatkan dengan perhitungan sebagai berikut.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (1)$$

Penentuan *Random Consistency Index* (RI) berdasarkan tabel berikut ini.

Tabel 1. *Random Consistency Index* (RI)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

Sumber: Setiawan dan Hartini, 2022

Perhitungan *Consistency Index* (CI) dengan rumus sebagai berikut.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (2)$$

Jika nilai *Consistency Ratio* (CR) $\leq 0,01$ maka dianggap konsisten. Jika *Consistency Ratio* (CR) $\geq 0,01$ maka dianggap tidak konsisten. Pengolahan data ini dilanjut dengan PROMETHEE yaitu menghitung derajat preferensi dan indeks preferensi, menghitung aliran perangsingan dan peringkat parsial (PROMETHEE I), menghitung aliran perangsingan bersih dan peringkat lengkap (PROMETHEE II), serta menentukan alternatif terbaik untuk pemilihan *supplier*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rekapitulasi Hasil Kuesioner

Setelah hasil kuesioner tingkat kepentingan kriteria dan subkriteria oleh ketiga responden didapatkan, kemudian dilakukan rekapitulasi hasil kuesioner. Hasil kuesioner ini dirata-rata menggunakan *geometric mean*. Berikut ini merupakan contoh perhitungan *geometric mean* pada perbandingan kriteria kualitas – harga.

$$GM = \sqrt[n]{x_1 \times x_2 \times x_3 \times \dots \times x_n}$$

$$GM \text{ kualitas – harga} = \sqrt[3]{6 \times 4 \times 3} = 4$$

Berikut ini adalah rekapitulasi hasil kuesioner tingkat kepentingan antar kriteria yang disajikan dalam tabel 2 dan subkriteria yang disajikan dalam tabel 3 dari ketiga responden.

Tabel 2. Rekapitulasi Kuesioner Hasil Tingkat Kepentingan Antar Kriteria

Perbandingan	Manajer	Admin	Admin	Geometric Mean
	Produksi	Pengadaan 1	Pengadaan 2	
Kualitas – Harga	6	4	3	4
Kualitas – Waktu	3	3	2	3
Kualitas – Pelayanan	8	6	6	7
Harga – Waktu	0,5	0,5	0,5	0,5
Harga – Pelayanan	4	5	0,33	2
Waktu – Pelayanan	5	7	4	5

Sumber: Hasil Olah Data Peneliti

Tabel 3. Rekapitulasi Kuesioner Hasil Tingkat Kepentingan Antar Subkriteria

Perbandingan	Manajer	Admin	Admin	Geometric Mean
	Produksi	Pengadaan 1	Pengadaan 2	
K1 – K2	2	1	3	2
H1 – H2	1	2	3	2
W1 – W2	1	2	1	1
P1 – P2	0,25	0,5	1	0,5

Sumber: Hasil Olah Data Peneliti

Setelah hasil kuesioner evaluasi *supplier* oleh ketiga responden didapatkan, kemudian dilakukan rekapitulasi hasil kuesioner. Rekapitulasi dilakukan dengan menentukan nilai rata-rata dari penilaian yang diberikan oleh para responden. Berikut ini adalah contoh perhitungan rata-rata penilaian *supplier* UD Agung Kayu terhadap subkriteria keseragaman ukuran.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{3 + 2 + 2}{3} = 2,333$$

Hasil perhitungan rata-rata penilaian *supplier* tersebut disajikan dalam tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Kuesioner Evaluasi *Supplier*

Kriteria	Sub-Kriteria	Supplier				
		UD Agung Kayu	UD Hikmah	UD Tulus	UD Ikhwan Kayu	UD Barokah
Kualitas	K1	2,333	3,667	4,667	3	4,667
	K2	3	3,333	4	4	2,667
Harga	H1	2,667	3,333	4	1,333	3
	H2	4,333	3,333	1,667	4	2,333
Waktu	W1	4,667	1	3,333	3,667	3,333
	W2	4	1,667	3,333	2,333	3,333
Pelayanan	P1	1,667	3,667	3	3,333	2

P2	3,667	4,667	3,333	3,333	4,667
----	-------	-------	-------	-------	-------

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Struktur Hirarki

Dalam penelitian ini, puncak struktur hirarkinya adalah subjek penelitian yaitu pemilihan *supplier* kayu. Selanjutnya, pada level kedua adalah kriteria penilaian *supplier* kayu terbaik, diantaranya yaitu kualitas, harga, waktu, dan pelayanan. Pada level ketiga yaitu subkriteria dari kriteria penilaian *supplier* kayu terbaik sebelumnya yang meliputi keseragaman ukuran, penyediaan kayu non cacat, harga per unit, diskon atau penawaran khusus, lead time pengiriman, kemampuan untuk memenuhi permintaan mendesak, responsivitas, dan pelayanan purna jual. Pada level keempat, terdapat alternatif *supplier* kayu jati CV Aida yang meliputi UD Agung Kayu, UD Hikmah, UD Tulus, UD Ikhwan Kayu, dan UD Barokah. Struktur hirarki ini memiliki prinsip yang sama dengan penelitian oleh Setiawan & Hartini (2022), dimana subjek penelitian berada pada puncak hirarki, diikuti oleh kriteria, subkriteria, dan alternatif.

Matriks Perbandingan Berpasangan

Hasil perhitungan *geometric mean* pada Tabel 2. dan Tabel 3. akan dimasukkan ke dalam matriks perbandingan berpasangan. Adapun hasil matriks perbandingan berpasangan pada penelitian ini disajikan dalam Tabel 5., Tabel 6., Tabel 7., Tabel 8., dan Tabel 9.

Tabel 5. Matriks Perbandingan Berpasangan Kriteria

Kriteria	Nomor Kriteria	Nomor Kriteria			
		1	2	3	4
Kualitas	1	1	4	3	7
Harga	2	1/4	1	1/2	2
Waktu	3	1/3	2	1	5
Pelayanan	4	1/7	1/2	1/5	1
Total		1,726	7,5	4,7	15

Dari Tabel 5. di atas diketahui bahwa kriteria kualitas dibandingkan dengan harga bernilai 4 yang menunjukkan bahwa kriteria kualitas antara sedikit sampai cukup lebih penting daripada harga. Hal ini berlaku sebaliknya, kriteria harga dibanding kualitas bernilai 1/4. Hal yang sama berlaku pada perbandingan antar kriteria lainnya. Kriteria kualitas dibandingkan dengan waktu bernilai 3 yang menunjukkan kriteria kualitas sedikit lebih penting daripada waktu dan berlaku sebaliknya, waktu dibanding kualitas bernilai 1/3. Kriteria kualitas dibandingkan dengan pelayanan bernilai 7 yang menunjukkan kriteria kualitas sangat lebih penting daripada pelayanan dan berlaku sebaliknya, pelayanan dibanding kualitas bernilai 1/7. Kriteria harga dibandingkan dengan waktu bernilai 1/2 sehingga berlaku sebaliknya, waktu dibanding harga bernilai 2 yang menunjukkan kriteria waktu antara sama penting atau sedikit lebih penting daripada harga. Kriteria harga dibandingkan dengan pelayanan bernilai 2 yang menunjukkan kriteria harga antara sama penting atau sedikit lebih penting daripada pelayanan dan berlaku sebaliknya, pelayanan dibanding harga bernilai 1/2. Kriteria waktu dibandingkan dengan pelayanan bernilai 5 yang menunjukkan kriteria waktu cukup lebih penting daripada pelayanan dan pelayanan dibanding dengan waktu bernilai 1/5.

Tabel 6. Matriks Perbandingan Berpasangan Subkriteria Kualitas

Subkriteria	K1	K2
K1	1	2
K2	1/2	1
Total	1,5	3

Dari Tabel 6. dapat diketahui bahwa subkriteria keseragaman ukuran (K1) dibandingkan dengan subkriteria penyediaan kayu non cacat (K2) bernilai 2 yang menunjukkan bahwa

subkriteria K1 sangat lebih penting daripada subkriteria K2. Hal ini berlaku sebaliknya, subkriteria K2 dibanding K1 bernilai 1/2.

Tabel 7. Matriks Perbandingan Berpasangan Subkriteria Harga

Subkriteria	H1	H2
H1	1	2
H2	1/2	1
Total	1,5	3

Dari Tabel 7. di atas dapat diketahui bahwa subkriteria harga per unit (H1) dibandingkan dengan subkriteria diskon atau penawaran khusus (H2) bernilai 2 yang menunjukkan bahwa subkriteria H1 antara sama sampai sedikit lebih penting daripada subkriteria H2. Hal ini berlaku sebaliknya, subkriteria H2 dibanding H1 bernilai 1/2.

Tabel 8. Matriks Perbandingan Berpasangan Subkriteria Waktu

Subkriteria	W1	W2
W1	1	1
W2	1	1
Total	2	2

Dari Tabel 8. di atas dapat diketahui bahwa subkriteria lead time pengiriman (W1) dibandingkan dengan subkriteria kemampuan untuk memenuhi permintaan mendesak (W2) bernilai 1 yang menunjukkan bahwa subkriteria W1 sama pentingnya dengan subkriteria W2. Hal ini berlaku sebaliknya, subkriteria W2 dibanding W1 juga bernilai 1.

Tabel 9. Matriks Perbandingan Berpasangan Subkriteria Pelayanan

Subkriteria	P1	P2
P1	1	1/2
P2	2	1
Total	3	1,5

Dari Tabel 9. di atas dapat diketahui bahwa subkriteria responsivitas (R1) dibandingkan dengan subkriteria pelayanan purna jual (R2) bernilai 1/2. Hal ini berlaku sebaliknya, subkriteria R2 dibanding R1 bernilai 2 yang menunjukkan bahwa subkriteria R2 antara sama penting atau sedikit lebih penting daripada subkriteria R1.

Penentuan *Eigen value*

Langkah pertama dalam menghitung *eigen value* adalah dengan menormalisasi seluruh matriks perbandingan berpasangan. Normalisasi nilai setiap kolom dalam matriks perbandingan berpasangan dilakukan dengan membagi setiap elemen pada kolom tersebut dengan jumlah total kolom yang bersangkutan. Berikut ini adalah contoh perhitungan normalisasi matriks perbandingan berpasangan untuk kriteria kualitas – kualitas:

$$\text{Kualitas – kualitas} = \frac{\text{nilai matriks kualitas-kualitas}}{\text{nilai total}}$$

$$\text{Kualitas – kualitas} = \frac{1}{1,726} = 0,579$$

Setelah matriks dinormalisasi, langkah berikutnya adalah menghitung *eigen vector* yang hasilnya akan digunakan untuk menghitung *eigen value*. Berikut ini adalah contoh perhitungan nilai *eigen vector* kualitas:

$$z_{\text{kualitas}} = \text{bobot} \times \text{nilai total kolom kualitas sebelum normalisasi}$$

$$z_{\text{kualitas}} = 0,554 \times 1,726 = 0,957$$

Eigen value didapatkan dari menjumlahkan seluruh nilai *eigen vector*. Berikut ini adalah perhitungan nilai *eigen value*:

$$z_{\text{max}} = \text{eigen vector kualitas} + \text{eigen vector harga} + \text{eigen vector waktu} + \text{eigen vector pelayanan}$$

$$z_{\text{max}} = 0,957 + 0,971 + 0,182 + 0,970 = 4,08$$

Hasil dari perhitungan-perhitungan ini disajikan dalam Tabel 10., Tabel 11., Tabel 12., Tabel 13., dan Tabel 14.

Tabel 10. *Eigen value* Kriteria

Kriteria	Nomor Kriteria	Nomor Kriteria				Bobot	<i>Eigen vector</i>
		1	2	3	4		
Kualitas	1	0,579	0,533	0,638	0,467	0,554	0,957
Harga	2	0,145	0,133	0,106	0,133	0,129	0,971
Waktu	3	0,193	0,267	0,213	0,333	0,251	1,182
Pelayanan	4	0,083	0,067	0,043	0,067	0,065	0,970
Total		1	1	1	1	1	4,080

Berdasarkan Tabel 10. di atas, dapat diketahui bahwa bobot kriteria tertinggi adalah kualitas dengan nilai 0,554. Bobot kriteria tertinggi kedua adalah waktu dengan nilai 0,251, diikuti oleh harga dengan bobot 0,129. Bobot kriteria yang paling rendah adalah pelayanan dengan nilai 0,065. *Eigen value* dari seluruh kriteria adalah sebesar 4,08.

Tabel 11. *Eigen value* Subkriteria Kualitas

Subkriteria	K1	K2	Bobot	<i>Eigen vector</i>
K1	0,667	0,667	0,667	1
K2	0,333	0,333	0,333	1
Total	1	1	1	2

Dari Tabel 11. dapat diketahui bahwa bobot subkriteria tertinggi dari kriteria kualitas adalah keseragaman ukuran (K1) dengan nilai 0,667. Bobot subkriteria terendah dari kriteria kualitas adalah penyediaan kayu non cacat (K2) dengan nilai 0,333. *Eigen vector* dari masing-masing subkriteria bernilai 1 yang artinya semua subkriteria yang dibandingkan dianggap sama penting atau tidak ada perbedaan yang signifikan dalam bobot masing-masing subkriteria. *Eigen value* dari subkriteria kualitas adalah 2.

Tabel 12. *Eigen value* Subkriteria Harga

Subkriteria	H1	H2	Bobot	<i>Eigen vector</i>
H1	0,667	0,667	0,667	1
H2	0,333	0,333	0,333	1
Total	1	1	1	2

Dari Tabel 12. dapat diketahui bahwa bobot subkriteria tertinggi dari kriteria harga adalah harga per unit (H1) dengan nilai 0,667. Bobot subkriteria terendah dari kriteria harga adalah diskon atau penawaran khusus (H2) dengan nilai 0,333. *Eigen vector* dari masing-masing subkriteria bernilai 1 yang artinya semua subkriteria yang dibandingkan dianggap sama penting. *Eigen value* dari subkriteria harga adalah 2.

Tabel 13. *Eigen value* Subkriteria Waktu

Subkriteria	W1	W2	Bobot	<i>Eigen vector</i>
W1	0,5	0,5	0,5	1
W2	0,5	0,5	0,5	1
Total	1	1	1	2

Dari Tabel 13. dapat diketahui bahwa bobot subkriteria *lead time* pengiriman (W1) dan kemampuan untuk memenuhi permintaan mendesaksama-sama (W2) bernilai 0,5. *Eigen vector* dari masing-masing subkriteria bernilai 1 yang artinya semua subkriteria yang dibandingkan dianggap sama penting atau tidak ada perbedaan yang signifikan dalam bobot masing-masing subkriteria. *Eigen value* dari subkriteria waktu adalah 2.

Tabel 14. *Eigen value* Subkriteria Pelayanan

Subkriteria	K1	K2	Bobot	<i>Eigen vector</i>
-------------	----	----	-------	---------------------

K1	0,333	0,333	0,333	1
K2	0,667	0,667	0,667	1
Total	1	1	1	2

Dari Tabel 14. dapat diketahui bahwa bobot subkriteria tertinggi dari kriteria pelayanan adalah pelayanan purna jual (P2) dengan nilai 0,667. Bobot subkriteria terendah dari kriteria harga adalah responsivitas (P1) dengan nilai 0,333. *Eigen vector* dari masing-masing subkriteria bernilai 1 yang artinya semua subkriteria yang dibandingkan dianggap sama penting atau tidak ada perbedaan yang signifikan dalam bobot masing-masing subkriteria. *Eigen value* dari subkriteria pelayanan adalah 2.

Uji Konsistensi

Setelah *eigen value* ditemukan, langkah selanjutnya yaitu menghitung *Consistency Index* (CI) seperti berikut ini

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

$$CI = \frac{4,080 - 4}{4 - 1} = 0,027$$

Selanjutnya, menentukan *Random Consistency Index* (RI) berdasarkan tabel 1. dan menghitung *Consistency Ratio* (CR) seperti berikut ini:

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

$$CR = \frac{0,027}{0,9} = 0,03$$

Dikarenakan nilai *Consistency Ratio* (CR) sebesar 0,03 yang mana kurang dari 0,01 maka matriks perbandingan berpasangan dianggap konsisten. Sedangkan, matriks perbandingan berpasangan seluruh subkriteria hanya memiliki 2 kriteria dan nilai *eigen vector*-nya sama-sama 1 maka sudah dianggap konsisten. Hal ini disebabkan hanya terdapat satu perbandingan dan tidak ada kemungkinan mengalami ketidakkonsistenan sehingga tidak perlu diuji konsistensinya lagi.

Penentuan Bobot Akhir Subkriteria

Setelah bobot kriteria dan subkriteria ditentukan, keduanya dikalikan agar menghasilkan bobot akhir yang nantinya akan di-*input* ke dalam PROMETHEE. Berikut ini adalah contoh perhitungan bobot akhir subkriteria keseragaman ukuran (K1).

Bobot akhir K1 = bobot kriteria kualitas × bobot subkriteria K1

Bobot akhir K1 = 0,554 × 0,875 = 0,485

Tabel 15. Bobot Akhir Subkriteria

Kriteria	Subkriteria	Bobot
Kualitas	K1	0,370
	K2	0,185
Harga	H1	0,086
	H2	0,043
Waktu	W1	0,126
	W2	0,126
Pelayanan	P1	0,022
	P2	0,043

Berdasarkan Tabel 15., bobot akhir subkriteria keseragaman ukuran (K1) sebesar 0,370. Bobot akhir subkriteria penyediaan kayu non cacat (K2) sebesar 0,185. Bobot akhir subkriteria harga per unit (H1) sebesar 0,086. Bobot akhir subkriteria diskon atau penawaran khusus (H2) sebesar 0,043. Bobot akhir subkriteria lead time pengiriman (W1) sebesar 0,126. Bobot akhir

subkriteria kemampuan untuk memenuhi permintaan mendesak (W2) sebesar 0,126. Bobot akhir subkriteria responsivitas (P1) sebesar 0,022. Bobot akhir subkriteria pelayanan purna jual (P2) sebesar 0,043. Sebagai perbandingan, penelitian Prasetyo & Prasetyaningrum, (2023) yang menggunakan metode MOORA menghasilkan pembobotan kriteria yang berbeda, meskipun dalam konteks yang serupa. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun MOORA juga efektif, metode AHP lebih dapat menangani kompleksitas pembobotan dalam pemilihan supplier kayu, di mana berbagai kriteria memiliki subkriteria dan saling berhubungan atau bertentangan.

Perhitungan Derajat Preferensi dan Indeks Preferensi

Setelah bobot telah ditentukan dan diuji, dilakukan perhitungan mengenai preferensi atau tingkat kesukaan terhadap alternatif yang ada berdasarkan kriteria-kriteria yang ditetapkan. Derajat preferensi mengukur seberapa besar kecocokan atau kepentingan suatu alternatif dalam memenuhi kriteria tertentu.

Langkah pertama yang dilakukan yaitu menetapkan fungsi preferensi. Penelitian ini menggunakan fungsi preferensi biasa karena lebih mudah diimplementasikan daripada fungsi preferensi lainnya. Selain itu, fungsi biasa bersifat generik dan tidak memerlukan asumsi tentang distribusi data atau pola preferensi. Berikut ini merupakan syarat dalam fungsi preferensi biasa:

$$H(d) \begin{cases} 0 & \text{jika } d = 0 \\ 0 & \text{jika } d < 0 \\ 1 & \text{jika } d > 0 \end{cases}$$

Keterangan:

H(d) : fungsi selisih kriteria antar alternatif

d : selisih nilai alternatif {d = f(a) – f(b)}

Langkah berikutnya adalah menghitung perbedaan nilai untuk setiap kriteria dari data pada Tabel 4. Berikut ini merupakan contoh menghitung perbedaan nilai *supplier* UD Agung Kayu dengan UD Ikhwan dalam subkriteria keseragaman ukuran (K1).

$$\Delta x_{ij} = x_i - x_j$$

$$\Delta x_{ij} = 2,333 - 3,667 = -1,333$$

Hasil dari perhitungan tersebut disajikan dalam Tabel 16. berikut ini.

Tabel 16. Perbedaan Nilai *Supplier*

<i>Supplier</i>	Kriteria							
	Kualitas		Harga		Waktu		Pelayanan	
	K1	K2	H1	H2	W1	W2	P1	P2
UD Agung Kayu	-1,333	-0,333	-0,667	1	3,667	2,333	-2	-1
	-2,333	-1	-1,333	2,667	1,333	0,667	-1,333	0,333
	-0,667	-1	1,333	0,333	1	1,667	-1,667	0,333
	-2,333	0,333	-0,333	2	1,333	0,667	-0,333	-1
UD Hikmah	1,333	0,333	0,667	-1	-3,667	-2,333	2	1
	-1	-0,667	-0,667	1,667	-2,333	-1,667	0,667	1,333
	0,667	-0,667	2	-0,667	-2,667	-0,667	0,333	1,333
	-1	0,667	0,333	1	-2,333	-1,667	1,667	0
UD Tulus	2,333	1	1,333	-2,667	-1,333	-0,667	1,333	-0,333
	1	0,667	0,667	-1,667	2,333	1,667	-0,667	-1,333
	1,667	0	2,667	-2,333	-0,333	1	-0,333	0
	0	1,333	1	-0,667	0	0	1	-1,333
UD Ikhwan Kayu	0,667	1	-1,333	-0,333	-1	-1,667	1,667	-0,333
	-0,667	0,667	-2	0,667	2,667	0,667	-0,333	-1,333
	-1,667	0	-2,667	2,333	0,333	-1	0,333	0
	-1,667	1,333	-1,667	1,667	0,333	-1	1,333	-1,333
	2,333	-0,333	0,333	-2	-1,333	-0,667	0,333	1

UD Barokah	1	-0,667	-0,333	-1	2,333	1,667	-1,667	0
	0	-1,333	-1	0,667	0	0	-1	1,333
	1,667	-1,333	1,667	-1,667	-0,333	1	-1,333	1,333

Langkah selanjutnya yaitu menentukan nilai derajat preferensi. Hal ini dilakukan dengan menerapkan fungsi preferensi dengan mengategorikan data pada Tabel 16. di atas berdasarkan syarat-syarat pada fungsi preferensi biasa. Salah satu contohnya yaitu perbedaan nilai *supplier* UD Agung Kayu dengan UD Ikhwan dalam subkriteria keseragaman ukuran (K1) yang bernilai -1,333 dikategorikan sebagai 0. Hal ini disebabkan menurut fungsi preferensi biasa, jika nilai perbedaan *supplier* bernilai kurang dari 0 maka akan dikategorikan dengan nilai 0. Hasil dari pengategorian derajat preferensi ini disajikan dalam Tabel 17. berikut.

Tabel 17. Derajat Preferensi

<i>Supplier</i>	Kriteria							
	Kualitas		Harga		Waktu		Pelayanan	
	K1	K2	H1	H2	W1	W2	P1	P2
UD Agung	0	0	0	1	1	1	0	0
	0	0	0	1	1	1	0	1
	0	0	1	1	1	1	0	1
	0	1	0	1	1	1	0	0
UD Hikmah	1	1	1	0	0	0	1	1
	0	0	0	1	0	0	1	1
	1	0	1	0	0	0	1	1
	0	1	1	1	0	0	1	0
UD Tulus	1	1	1	0	0	0	1	0
	1	1	1	0	1	1	0	0
	1	0	1	0	0	1	0	0
	0	1	1	0	0	0	1	0
UD Ikhwan Kayu	1	1	0	0	0	0	1	0
	0	1	0	1	1	1	0	0
	0	0	0	1	1	0	1	0
	0	1	0	1	1	0	1	0
UD Barokah	1	0	1	0	0	0	1	1
	1	0	0	0	1	1	0	0
	0	0	0	1	0	0	0	1
	1	0	1	0	0	1	0	1

Setelah derajat preferensi ditentukan, nilai derajat preferensi ini dikalikan dengan bobot akhir subkriteria yang terdapat pada Tabel 15. Berikut ini adalah contoh perkalian derajat preferensi antara UD Hikmah dan UD Agung dalam subkriteria keseragaman ukuran (K1) dengan bobot akhir K1.

$$D_{K1(A2,A1)} = P_{K1(A2,A1)} \times w_{K1}$$

$$D_{K1(A2,A1)} = 1 \times 0,485 = 0,485$$

Hasil perhitungan ini disajikan dalam Tabel 18. berikut.

Tabel 18. Indeks Preferensi

<i>Supplier</i>	Kriteria								Total
	Kualitas		Harga		Waktu		Pelayanan		
	K1	K2	H1	H2	W1	W2	P1	P2	
UD Agung Kayu	0	0	0	0,043	0,126	0,126	0	0	0,295
	0	0	0	0,043	0,126	0,126	0	0,043	0,338
	0	0	0,086	0,043	0,126	0,126	0	0,043	0,424

	0	0,185	0	0,043	0,126	0,126	0	0	0,364
UD Hikmah	0,37	0,185	0,086	0	0	0	0,022	0,043	0,705
	0	0	0	0,043	0	0	0,022	0,043	0,108
	0,37	0	0,086	0	0	0	0,022	0,043	0,636
UD Tulus	0	0,185	0,086	0,043	0	0	0,022	0	0,22
	0,37	0,185	0,086	0	0	0	0,022	0	0,662
	0,37	0,185	0,086	0	0,126	0,126	0	0	0,892
UD Ikhwan Kayu	0,37	0	0,086	0	0	0	0,022	0	0,177
	0,37	0,185	0	0	0	0	0,022	0	0,576
	0	0,185	0	0,043	0,126	0,126	0	0	0,364
UD Barokah	0	0	0	0,043	0,126	0	0,022	0	0,191
	0	0,185	0	0,043	0,126	0	0,022	0	0,26
	0,37	0	0,086	0	0	0	0,022	0,043	0,636
UD Barokah	0,37	0	0	0	0,126	0,126	0	0	0,737
	0	0	0	0,043	0	0	0	0,043	0,086
	0,37	0	0,086	0	0	0,126	0	0,043	0,74

Perhitungan Aliran Perangkingan dan Peringkat Parsial

Setelah indeks preferensi ditentukan, langkah berikutnya yaitu melakukan perhitungan aliran perangkingan. Hal ini dilakukan dengan memasukkan hasil indeks preferensi ke dalam matriks perbandingan berpasangan. Kemudian, mencari rata-rata dari masing-masing baris dan kolom matriks tersebut. Adapun matriks perbandingan berpasangan tersebut disajikan dalam Tabel 19. berikut.

Tabel 19. Aliran Perangkingan

<i>Supplier</i>	UD Agung Kayu	UD Hikmah	UD Tulus	UD Ikhwan Kayu	UD Barokah	<i>Leaving Flow (ϕ^+)</i>
UD Agung Kayu	-	0,295	0,338	0,424	0,48	0,38425
UD Hikmah	0,706	-	0,108	0,521	0,336	0,41775
UD Tulus	0,663	0,893	-	0,582	0,293	0,60775
UD Ikhwan Kayu	0,577	0,48	0,191	-	0,376	0,406
UD Barokah	0,521	0,622	0,086	0,625	-	0,4635
<i>Entering Flow (ϕ^-)</i>	0,61675	0,5725	0,18075	0,538	0,37125	-

Leaving flow menunjukkan seberapa banyak suatu *supplier* lebih disukai oleh *supplier* lainnya. Nilai *leaving flow* didapatkan dari rata-rata indeks preferensi setiap barisnya. Berikut ini merupakan contoh perhitungan *leaving flow* UD Agung Kayu.

$$\phi^+ = \frac{I_{(A1,A2)} + I_{(A1,A3)} + I_{(A1,A4)} + I_{(A1,A5)}}{n}$$

$$\phi^+ = \frac{0,295 + 0,338 + 0,424 + 0,48}{4} = 0,38425$$

Sedangkan, *entering flow* menunjukkan seberapa banyak suatu *supplier* kurang disukai oleh *supplier* lainnya. Nilai *entering flow* didapatkan dari rata-rata indeks preferensi setiap kolomnya. Berikut ini merupakan contoh perhitungan *entering flow* UD Agung Kayu.

$$\phi^- = \frac{I_{(A2,A1)} + I_{(A3,A1)} + I_{(A4,A1)} + I_{(A5,A1)}}{n}$$

$$\phi^- = \frac{0,706 + 0,663 + 0,577 + 0,521}{4} = 0,61675$$

Tabel 20. Peringkat Parsial

<i>Supplier</i>	ϕ^+	ϕ^-
UD Agung Kayu	0,38425	0,61675
UD Hikmah	0,41775	0,5725
UD Tulus	0,60775	0,18075
UD Ikhwan Kayu	0,406	0,538
UD Barokah	0,4635	0,37125

Peringkat parsial dilakukan dengan membandingkan *leaving flow* dan *entering flow* tiap *supplier*. Semakin besar nilai *leaving flow* maka *supplier* tersebut semakin disukai dan begitu pula sebaliknya. Sedangkan, semakin besar nilai *entering flow* maka *supplier* tersebut semakin kurang disukai dan begitu pula sebaliknya. Berdasarkan Tabel 20. di atas, UD Tulus paling disukai daripada *supplier* lainnya karena memiliki nilai *leaving flow* tertinggi dan nilai *entering flow* terendah. UD Barokah unggul setelah UD Tulus karena memiliki nilai *leaving flow* tertinggi kedua dan nilai *entering flow* terendah kedua. Sementara itu, UD Hikmah dan UD Ikhwan Kayu tidak dapat dibandingkan. Hal ini dikarenakan UD Hikmah Kayu memiliki nilai *leaving flow* lebih tinggi daripada UD Ikhwan Kayu, tetapi nilai *entering flow*-nya juga lebih tinggi daripada UD Ikhwan Kayu. UD Agung Kayu menempati posisi terendah karena memiliki nilai *leaving flow* terendah dan nilai *entering flow* tertinggi.

Perhitungan Aliran Perangkingan Bersih dan Peringkat Lengkap

Setelah nilai *leaving flow* dan *entering flow* ditentukan, langkah selanjutnya adalah menghitung aliran perangkingan bersih atau menetapkan nilai *net flow*. *Net flow* didapatkan dari menghitung selisih antara *leaving flow* dan *entering flow*. Berikut ini adalah contoh perhitungan *net flow* UD Agung Kayu.

$$\phi = \phi^+ - \phi^-$$

$$\phi_{A1} = 0,38425 - 0,61675 = -0,2325$$

Hasil perhitungan ini disajikan dalam Tabel 21. berikut.

Tabel 21. Peringkat Lengkap

<i>Supplier</i>	ϕ^+	ϕ^-	ϕ	<i>Ranking</i>
UD Agung Kayu	0,38425	0,61675	-0,2325	5
UD Hikmah	0,41775	0,5725	-0,15475	4
UD Tulus	0,60775	0,18075	0,427	1
UD Ikhwan Kayu	0,406	0,538	-0,132	3
UD Barokah	0,4635	0,37125	0,09225	2

Berdasarkan Tabel 21. di atas, UD Tulus memiliki *net flow* paling tinggi daripada *supplier* lainnya dengan nilai 0,427 sehingga dikategorikan sebagai *ranking* 1. Sedangkan, UD Barokah memiliki *net flow* tertinggi kedua dengan nilai 0,09225 sehingga dikategorikan sebagai *ranking* 2. UD Ikhwan Kayu memiliki *net flow* tertinggi ketiga dengan nilai -0,132 sehingga dikategorikan sebagai *ranking* 3. UD Hikmah memiliki *net flow* tertinggi keempat dengan nilai -0,15475 sehingga dikategorikan sebagai *ranking* 4. UD Agung Kayu memiliki *net flow* terendah daripada *supplier* lainnya dengan nilai -0,2325 sehingga dikategorikan sebagai *ranking* 5. Hasil ini sesuai dengan penelitian oleh (Malahayati et al., 2023) yang menyatakan bahwa PROMETHEE efektif dalam mempertimbangkan berbagai kriteria secara simultan dengan sederhana dan konsisten.

SIMPULAN

Perhitungan uji konsistensi dengan perhitungan *Consistency Ratio* (CR) menghasilkan nilai CR untuk perbandingan berpasangan antar kriteria sebesar 0,03. Dikarenakan nilai CR yang diperoleh memenuhi kriteria yaitu dibawah 0,1 yang berarti data tersebut sudah *valid* dan tidak

memerlukan pengumpulan data ulang. Sementara itu, antar subkriteria tidak dicari nilai CR-nya karena perbandingan yang dilakukan hanya antar 2 subkriteria dan sama-sama memiliki *eigen vector* 1.

Hasil dari perhitungan pembobotan menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) menunjukkan bahwa subkriteria dengan bobot akhir tertinggi adalah keseragaman ukuran (K1) dengan bobot sebesar 0,370. Subkriteria kedua dengan bobot tertinggi adalah penyediaan kayu non cacat (K2) yang memiliki bobot 0,185. Subkriteria ketiga adalah *lead time* pengiriman (W1) dan kemampuan untuk memenuhi permintaan mendesak (W2) dengan masing-masing memiliki bobot 0,126. Subkriteria keempat adalah harga per unit (H1) 0,086 diikuti oleh diskon atau penawaran khusus (H2) dan pelayanan purna jual (P2) di peringkat keempat dengan bobot masing-masing 0,043, dan responsivitas yang berada di peringkat kelima dengan bobot 0,022. Bobot-bobot ini nantinya akan digunakan dalam mengevaluasi *supplier*.

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan PROMETHEE II, UD Tulus menempati peringkat pertama sebagai *supplier* terbaik bagi CV Aida dengan *net flow* tertinggi sebesar 0,427. UD Barokah berada di peringkat kedua dengan *net flow* 0,09225. Sementara itu, UD Ikhwan Kayu menempati peringkat ketiga dengan *net flow* sebesar -0,132. Meskipun UD Ikhwan Kayu memiliki *net flow* negatif, tetapi tetap lebih baik dibandingkan UD Hikmah dan UD Agung Kayu dengan *net flow* masing-masing sebesar -0,15475 dan -0,2325.

Berdasarkan kesimpulan yang telah ditarik, maka saran yang dapat diberikan adalah sebaiknya dilakukan evaluasi pengaruh penelitian terhadap efektivitas operasional dan kinerja perusahaan dalam jangka waktu Panjang, sebaiknya untuk penelitian berikutnya dilakukan pengembangan model dengan lebih banyak kriteria, serta sebaiknya untuk penelitian berikutnya dilakukan analisis sensitivitas agar dapat mengidentifikasi kriteria yang paling sensitif terhadap perubahan.

DAFTAR RUJUKAN

- Ajar, I. P., & Dofir, A. (2021). Analisis Perbandingan Biaya Dan Waktu Pada Pekerjaan Dinding Drywall (Partisi Rockwool) Dan Batako Press. *Jurnal Artesis*, 1(1), 96–103. <https://doi.org/https://doi.org/10.35814/artesis.v1i1.2872>
- Alwarizi, F., Sari, S. N., & Hermawan, A. (2024). Analisis Biaya Dan Waktu Dengan Metode Nilai Hasil Pada Proyek Pembangunan Gedung Balai Nikah Dan Manasik Haji KUA Kecamatan Rao, Kabupaten Pasaman. *STORAGE – Jurnal Ilmiah Teknik dan Ilmu Komputer*, 3(1), 80–88. <https://doi.org/https://doi.org/10.55123/storage.v3i1.3142>
- Aman, D. F., Ahadian, E. R., & Rizal, M. (2021). *Pengendalian Biaya Dan Waktu Proyek Dengan Metode Analisis Nilai Hasil Menggunakan Microsoft Project*. 1, 1–9. <https://doi.org/https://doi.org/10.33387/clapeyron.v2i1.3442.g2269>
- Anam, C., & Sugiyanto. (2022). Analisa Efisiensi Penggunaan Bata Merah Dibanding Bata Ringan Pada Proyek Pembangunan Gedung Madrasah Tsanawiyah Salafiyah Kerek Tuban. *Rang Teknik Journal*, 5(2), 235–247. <https://doi.org/10.31869/rtj.v5i2.3119>
- Arif Rohman, M., wibowo Agung, M., & Nuroji. (2021). Kajian Perbandingan Pengaruh Penggunaan Dinding *Precast* Dengan Dinding Konvensional Pada Proyek Cordova Semarang. *Wahana Teknik Sipil*, 26(1), 1–10. <https://doi.org/https://jurnal.polines.ac.id/index.php/wahana/article/viewFile/2643/107370> <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/wahana/article/viewFile/2643/107370>
- Ayatullah, M., Sarmingsih, A., & Syafrudin. (2023). Analisis Manajemen Waktu Pada Proyek Pembangunan Jalan Parang Garuda East Kawasan Industri Kendal. *JPII (Jurnal Profesi Insinyur Indonesia)*, 3, 88–92. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/jpii.2023.17193>
- Bomantara, G. K. (2024). *Analisis Pengendalian Risiko Keterlambatan Penyelesaian Proyek Pada Pembangunan Blud Rumah Sakit Umum Daerah Kabupaten Pacitan*. <https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/53595/20522053.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Christiana, P. A. J., Malingkas, G. Y., & Tjakra, J. (2024). Analisis Anggaran Biaya Pada Proyek Pembangunan Gedung Utama Polres Bogor. *T E K N O*, 22(87). <https://doi.org/https://doi.org/10.35793/jts.v22i87.54567>
- Gracio, P. C. (2023). Analisis Perbandingan Penggunaan Beton Bertulang dan Beton Serat Baja Terhadap Waktu Dan Biaya Pada Pekerjaan Pelat Lantai Proyek Yoshino Warehouse Extension. *Jurnal Teknik Sipil*, 4(2), 551–562. <https://doi.org/https://doi.org/10.31284/j.jts.2023.v4i2.4991>
- Hidayati, N., Rochmanto, D., Aninda, S., & Qomaruddin, M. (2023). Kajian Perbandingan Analisis Harga Satuan Pekerjaan Terhadap Output Upah Dan Bahan Di Lapangan (Studi Kasus Pembangunan Pasar di Jepara). *Jurnal Teknika*, 18(1), 37–42. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.26623/teknika.v18i1.6315>
- Junaidi, Supriyadi, Candradewi, A., & Pradikdya, A. B. (2023). Kajian Keterlambatan Proyek Berdasarkan Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pada Proyek Pembangunan Jalan Layang XYZ. *Bangun Rekaprima*, 9(1), 1–11. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.32497/bangunrekaprima.v9i1.4408>
- Lestari, I. G. A. A. I., Diputera, I. G. A., Kurniari, K., & Prasetya, I. W. W. (2022). Analisis Perbandingan Metode Pelaksanaan Pada Pekerjaan Pasangan Dinding Batako Dan Bata Ringan. *JURNAL ILMIAH KURVA TEKNIK*, 11(1), 25–30. <https://doi.org/https://doi.org/10.36733/jikt.v11i1.3931>
- Maulana, R., & Saleh, R. (2024). Perbandingan Biaya Pekerjaan Dinding antara Bata Ringan dengan Sistem Pracetak pada Bangunan Rumah. *JEEP (Journal of Engineering Education and Pedagogy)*, 2(1), 8–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.56855/jeep.v2i1.700>
- Najib, M. A., Sumardi, & Utoyo, S. (2024). Analisis Produktivitas Pekerjaan Arsitektur Pada Pembangunan Apartemen Klaska Residence Surabaya. *JOS-MRK*, 5(3), 268–274. <http://jos-mrk.polinema.ac.id/>
- Oktarinda, D., Safiatus, S., & Rasidi, N. (2021). Analisis Perbandingan Aplikasi Fasad Dinding Pracetak Dengan Dinding Kalsiclad 12 Pada Tower X Proyek Apartemen Y Surabaya. *JOS - MRK (Jurnal Online Skirpsi Manajemen Rekayasa Konstruksi)*, 2(2), 117–123. <http://jos-mrk.polinema.ac.id/>
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 1 Tahun 2022 tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Pub. L. No. 1, 1 (2022). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/216825/permen-pupr-no-1-tahun-2022>
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 10 Tahun 2021 tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi, Pub. L. No. 10, 1 (2021). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/216875/permen-pupr-no-10-tahun-2021>
- Pramesti, H. T., & Priyanto, B. (2023). Analisa Produktivitas Tenaga Kerja dan Harga Satuan Pekerjaan Pada Pekerjaan Pasangan Dinding Bata Ringan. *JCEBT (Journal of Civil Engineering, Building and Transportation)*, 7(1), 38–45. <https://doi.org/https://doi.org/10.31289/jcebt.v7i1.9082>
- Putri, N. H. E., Putra, I. N. D. P., & Nauli, A. R. (2021). Perbandingan Dinding Precast dan Bata Ringan Terhadap Biaya dan Waktu pada Facade Proyek Suncity Apartment Sidoarjo. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Teuku Umar*, 7(1), 40–51. <https://doi.org/https://doi.org/10.35308/jts-utu.v7i1.3034>
- Ramahwati, A., & Osly, P. J. (2024). Estimasi Biaya Dan Penjadwalan Pembangunan Prototipe Ruang Modular *Operating Theatre (Cost Estimation and Scheduling Modular Operating Theatre Prototype Construction)*. *Jurnal Artesis*, 4(2), 124–131. <https://doi.org/https://doi.org/10.35814/artesis.v4i2.7853>
- Rompas, L. M. (2022). Manajemen Proyek Anggaran Biaya Pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi Pembangunan Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Dodo Type-E Di Jalan A. A. Maramis Kecamatan Mapangaet Kota Manado. *TEKNO*, 20(81), 107–116. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/tekn/article/view/42021/37220>

- Rori, G., Walangitan, D. R. O., & Inkiriwang, R. L. (2020). Analisis Perbandingan Biaya Material Pekerjaan Pasangan Dinding Bata Merah Dengan Bata Ringan. *Jurnal Sipil Statik*, 8(3), 311–318. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/jss/article/view/28749>
- Sinaga, S. L., Sihotang, R. F., & Winarno, B. (2021). Kajian Biaya Gedung Bertingkat Menggunakan Dinding Batu Bata Merah Dibandingkan Dengan Batu Bata Ringan. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Agregat*, 1(1), 33–39. <https://doi.org/10.51510/agregat.v1i1.132>
- Sugiyanto, & Fallah, S. (2021). Analisa Penerapan Manajemen Waktu Pada Proyek Beton Penangkis Ombak. *Rang Teknik Journal*, 4(2), 246–259. <https://doi.org/10.31869/rtj.v4i2.2385>
- Suryapratama, R. Y., Purnomo, A., & Berliana, R. (2024). Analisa Perbandingan Pekerjaan Dinding Menggunakan Panel *Precast* dengan Konvensional dari Segi Kualitas, Waktu serta Biaya. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 4547–4556. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/jptam.v8i1.13081>