

SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENILAIAN KINERJA PROYEK KONSTRUKSI DENGAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROSES (AHP)

Muhammad Rizki Ashari^{1*}, Kartono Wibowo², Idi Namara³

^{1,2} Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung
Gedung Fakultas Teknik Lantai 2, Kampus Universitas Islam Sultan Agung, Jl. Raya Kaligawe Km.
4, Terboyo Kulon, Kecamatan Genuk, Semarang, Jawa Tengah

³ Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Esa Unggul
Jl. Arjuna Utara No.9, Duri Kepa, Kecamatan Kebon Jeruk, Kota Jakarta Barat, Daerah Khusus
Ibukota Jakarta

*Co Responden Email: rizki.ashari22@gmail.com

Abstrak

Pengukuran kinerja proyek konstruksi yang semakin kompleks menuntut evaluasi komprehensif yang tidak hanya berfokus pada biaya, waktu, dan mutu, tetapi juga mengintegrasikan aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pendukung keputusan penilaian kinerja proyek pada tahap pelaksanaan menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) guna menentukan bobot prioritas dari Indikator Kinerja Kunci (KPI). Penelitian berlokasi di DKI Jakarta dengan melibatkan 20 ahli konstruksi sebagai responden. KPI disaring melalui metode Delphi, kemudian dievaluasi menggunakan kuesioner perbandingan berpasangan berskala Saaty. Hasil perhitungan bobot AHP menunjukkan prioritas kriteria berturut-turut: Biaya sebesar 37,16%, Waktu 29,28%, Mutu 20,53%, dan K3 13,03%. Seluruh hasil analisis menghasilkan nilai Consistency Ratio (CR) $\leq 0,1$, yang membuktikan bahwa penilaian para pakar sangat konsisten dan logis. Sebagai kesimpulan, bobot KPI yang dihasilkan terbukti valid dan siap diimplementasikan ke dalam basis data sistem terkomputerisasi untuk mendukung pengambilan keputusan manajerial yang lebih proaktif dan terukur.

Kata kunci: Kinerja Proyek, KPI, Analytical Hierarchy Process (AHP), Sistem Pendukung Keputusan, Konstruksi

I. PENDAHULUAN

Industri konstruksi merupakan salah satu sektor yang memiliki karakteristik kompleks, dinamis, dan melibatkan risiko yang signifikan dalam setiap tahapannya. Keberhasilan suatu proyek konstruksi secara tradisional sering kali hanya diukur berdasarkan parameter biaya, waktu, dan mutu. Namun, seiring dengan meningkatnya kompleksitas proyek, pengukuran kinerja kini dituntut untuk mencakup dimensi yang lebih luas, termasuk aspek keselamatan kerja (HSE), efektivitas manajemen sumber daya, hingga kepuasan pemangku kepentingan. Menurut Haponava dan Al-Jibouri (2012),

berbagai indikator yang ada. Sering terjadi konflik kepentingan, seperti upaya percepatan jadwal yang berisiko meningkatkan biaya atau mengabaikan standar kualitas tertentu. Ketidakpastian dalam pengambilan keputusan ini memerlukan metode yang mampu mengakomodasi kriteria majemuk secara objektif. Analytical Hierarchy Process (AHP) merupakan metode yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty yang memungkinkan pengambilan keputusan kompleks melalui dekomposisi hierarki dan penilaian perbandingan berpasangan. Keunggulan utama AHP terletak pada kemampuannya mengukur konsistensi logis dari persepsi pakar, sehingga bias dalam penilaian kualitatif dapat diminimalisir secara sistematis. Efektivitas AHP dalam memetakan prioritas risiko dan kinerja juga telah divalidasi oleh Zavadskas dkk. (2014), yang menyatakan bahwa struktur hierarkis AHP memberikan transparansi yang lebih baik dalam pengambilan keputusan manajerial yang multitafsir. Meskipun indikator kunci kinerja atau Key Performance Indicators (KPI) telah banyak diterapkan, pengolahan data kinerja di

sistem pengukuran kinerja yang komprehensif harus mampu mengintegrasikan indikator proses (leading indicators) dan indikator hasil (lagging indicators) guna memberikan gambaran kesehatan proyek yang akurat bagi pihak manajemen. Hal ini sejalan dengan temuan Enshassi dkk. (2009) yang menegaskan bahwa faktor penentu keberhasilan proyek konstruksi modern telah bergeser dari sekadar "Segitiga Besi" menuju keseimbangan antara performa lingkungan dan ekspektasi klien. Dalam praktiknya, penilaian kinerja proyek sering kali menghadapi kendala dalam menentukan bobot prioritas di antara

lapangan sering kali masih dilakukan secara manual dan terfragmentasi. Kondisi ini menyebabkan keterlambatan dalam penyampaian informasi kepada pengambilan keputusan, yang pada akhirnya berdampak pada respon manajerial yang bersifat reaktif terhadap kendala proyek. Penelitian oleh Radujković dkk. (2017) menunjukkan bahwa banyak organisasi konstruksi memiliki limpahan data KPI namun gagal dalam mentransformasikannya menjadi informasi yang dapat ditindaklanjuti secara cepat (actionable insights).

Oleh karena itu, pengembangan sistem pendukung keputusan berbasis komputer menjadi sebuah urgensi teknis untuk mengotomatisasi perhitungan bobot AHP dan integrasi data KPI secara real-time. Keberadaan sistem yang terintegrasi ini diharapkan dapat menutup celah keterlambatan informasi yang sering ditemukan pada penelitian-penelitian terdahulu. Dengan sistem ini, manajemen perusahaan konstruksi dapat memperoleh rekomendasi strategis yang lebih presisi, transparan, dan terukur untuk meningkatkan kinerja proyek secara berkelanjutan,

sekaligus mengubah paradigma manajemen dari reaktif menjadi proaktif.

II. METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan pada proyek konstruksi di wilayah Provinsi DKI Jakarta, dengan objek penelitian difokuskan pada evaluasi Indikator Kinerja Kunci (KPI) pada tahap pelaksanaan (construction phase). Pemilihan lokasi dan objek ini didasarkan pada tingkat kompleksitas proyek yang relevan dengan penerapan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) sebagai dasar sistem pendukung keputusan. Pengumpulan data dilakukan secara komprehensif dan bertahap, meliputi studi literatur, validasi pakar menggunakan metode Delphi untuk menyaring KPI yang sesuai dengan kondisi lapangan, penyebaran kuesioner perbandingan berpasangan berskala Saaty (1–9) kepada ahli/pakar konstruksi, serta observasi dan dokumentasi data riil sebagai sampel alternatif sistem. Instrumen penelitian yang digunakan meliputi pedoman wawancara dan kuesioner, yang kemudian diolah menggunakan perangkat lunak (seperti bahasa pemrograman, basis data relasional, serta Microsoft Excel atau Expert Choice) dan perangkat keras yang memadai guna mentransformasikan algoritma AHP menjadi sistem informasi yang fungsional.

Analisis data dalam penelitian ini sepenuhnya mengadopsi tahapan algoritma metode AHP yang diawali dengan dekomposisi masalah ke dalam struktur hierarki. Hierarki tersebut terbagi menjadi tiga tingkatan: Level 0 sebagai tujuan utama yaitu penilaian kinerja proyek; Level 1 yang mencakup empat kriteria utama (Biaya, Waktu, Mutu, dan K3); serta Level 2 yang berisi

sub-kriteria spesifik penjabaran dari kriteria utama. Kriteria biaya diukur melalui Indeks Kinerja Biaya (CPI), Varian Biaya (CV), dan Akurasi Arus Kas. Kriteria waktu dievaluasi berdasarkan Indeks Kinerja Jadwal (SPI), Varian Waktu (SV), dan Tingkat Keterlambatan. Kriteria mutu dinilai dari Tingkat Pekerjaan Ulang (Rework Rate), Laporan Ketidaksesuaian (NCR), dan Tingkat Kelulusan Uji Material. Sementara itu, kriteria K3 difokuskan pada Tingkat Keparahan dan Frekuensi Kecelakaan (LTIFR), Tingkat Kepatuhan APD dan rambu, serta Frekuensi Inspeksi dan Pelatihan Keselamatan.

Berdasarkan struktur hierarki tersebut, langkah analisis dilanjutkan dengan menyusun matriks perbandingan berpasangan untuk memetakan tingkat kepentingan antar kriteria berdasarkan penilaian pakar. Matriks ini kemudian dinormalisasi untuk menghitung nilai eigenvector guna mendapatkan bobot prioritas dari masing-masing indikator. Tahap akhir dari analisis metode AHP ini adalah melakukan uji konsistensi dengan menghitung Consistency Index (CI) dan Consistency Ratio (CR). Uji konsistensi ini mutlak dilakukan untuk memastikan bahwa penilaian yang diberikan oleh para pakar bersifat logis, konsisten, dan tidak acak, sehingga bobot KPI yang dihasilkan valid dan siap diimplementasikan ke dalam basis data sistem pengukuran kinerja proyek.

Dalam pengambilan sampel, jumlah responden yang digunakan yaitu 20 responden yang memiliki pengalaman kerja di bidang proyek konstruksi.

Tabel 1 Kriteria dan Sub-Kriteria Penilaian

Kriteria	Sub-Kriteria
Biaya	Indeks Kinerja Biaya (<i>Cost Performance Index / CPI</i>) (C1)
	Varian Biaya (<i>Cost Variance / CV</i>) (C2)
	Akurasi Arus Kas (<i>Cash Flow</i>) (C3)
Waktu	Indeks Kinerja Jadwal (<i>Schedule Performance Index / SPI</i>) (T1)
	Varian Waktu (<i>Schedule Variance / SV</i>) (T2)
	Tingkat Keterlambatan (<i>Delay Rate</i>) (T3)
Mutu	Tingkat Pekerjaan Ulang (<i>Rework Rate</i>) (Q1)
	Laporan Ketidaksesuaian (<i>Non-Conformance Report / NCR</i>) (Q2)
	Tingkat Kelulusan Uji Material (Q3)
K3	Tingkat Keparahan dan Frekuensi Kecelakaan (<i>Lost Time Injury Frequency Rate / LTIFR</i>) (H1)
	Tingkat Kepatuhan APD dan Rambut K3 (H2)
	Frekuensi Inspeksi dan Pelatihan Keselamatan (H3)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN Dalam pengambilan sampel, digunakan metode pengisian kuesioner untuk menilai skala Saaty dari masing-masing kriteria dan sub kriteria penilaian. Berdasarkan jawaban responden didapatkan nilai RataRata Geometrik untuk kriteria dengan menggunakan perbandingan berpasangan antara Kriteria A dan Kriteria B seperti Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2 Hasil Perhitungan Geometrik Kriteria

Kode Perbandingan	Kriteria A	Kriteria B	Rata-rata Geometrik (GM)
C-T	Biaya	Waktu	0.807
C-Q	Biaya	Mutu	2.364
C-H	Biaya	K3	3.497
T-Q	Waktu	Mutu	1.261
T-H	Waktu	K3	1.570
Q-H	Mutu	K3	1.901

Selanjutnya, untuk hasil perhitungan geometrik untuk sub kriteria A dan sub kriteria B yang ada pada masing-masing kriteria, didapatkan hasil seperti tabel berikut.

Tabel 3 Hasil Perhitungan Geometrik Sub Kriteria Biaya

Kode Perbandingan	Sub-Kriteria A	Sub-Kriteria B	Rata-rata Geometrik (GM)
-------------------	----------------	----------------	--------------------------

C1-C2	CPI	CV	2.263
C1-C3	CPI	Cash Flow	5.765
C2-C3	CV	Cash Flow	1.515

Tabel 4 Hasil Perhitungan Geometrik Sub Kriteria Waktu

Kode Perbandingan	Sub-Kriteria A	Sub-Kriteria B	Rata-rata Geometrik (GM)
T1-T2	SPI	SV	3.650
T1-T3	SPI	Delay Rate	2.331
T2-T3	SV	Delay Rate	1.531

Tabel 5 Hasil Perhitungan Geometrik Sub Kriteria Mutu

Kode Perbandingan	Sub-Kriteria A	Sub-Kriteria B	Rata-rata Geometrik (GM)
Q1-Q2	Rework Rate	Lap. NCR	3.666
Q1-Q3	Rework Rate	Uji Material	4.605
Q2-Q3	Lap. NCR	Uji Material	2.321

Tabel 6 Hasil Perhitungan Geometrik Sub Kriteria K3

Kode Perbandingan	Sub-Kriteria A	Sub-Kriteria B	Rata-rata Geometrik (GM)
H1-H2	LTIFR	Kepatuhan APD	2.038
H1-H3	LTIFR	Frekuensi Inspeksi	0.982
H2-H3	Kepatuhan APD	Frekuensi Inspeksi	1.228

Selanjutnya hasil Tungan geometrik digunakan untuk membuat matriks perbandingan berpasangan.

Tabel 7 Matriks Perbandingan Kriteria

Kriteria	Biaya	Waktu	Mutu	K3
Biaya	1	0.8075	2.3642	3.4973
Waktu	1.2384	1	1.2615	1.5702
Mutu	0.4230	0.7927	1	1.9008
K3	0.2859	0.6368	0.5261	1

Tabel 8 Matriks Perbandingan Subkriteria Biaya

Kriteria	C1	C2	C3
C1	1	2.2634	5.7655
C2	0.4418	1	1.5145
C3	0.1734	0.6603	1

Tabel 9 Matriks Perbandingan Subkriteria Waktu

Kriteria	T1	T2	T3
T1	1	3.6502	2.3313
T2	0.2740	1	1.5313
T3	0.4289	0.6531	1

Tabel 10 Matriks Perbandingan Subkriteria Mutu

Kriteria	Q1	Q2	Q3
Q1	1	3.6660	4.6046
Q2	0.2728	1	2.3210
Q3	0.2172	0.4309	1

Tabel 11 Matriks Perbandingan Subkriteria K3

Kriteria	H1	H2	H3
H1	1	2.0382	0.9819
H2	0.4906	1	1.2279
H3	1.0184	0.8144	1

Selanjut dari matriks perbandingan berpasangan dilakukan perhitungan bobot (Eigenvector) dan uji konsistensi, adapun untuk perhitungan bobot menggunakan rumus perhitungan

$$w_i = \frac{1}{n + \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n a_{kj}} a_{ij}$$

Sedangkan untuk perhitungan nilai Consistency Index (CI) dan Consistency Ratio (CR) menggunakan rumus:

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

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

Dari hasil perhitungan didapat nilai berturut-turut untuk kriteria didapatkan nilai Consistency Index (CI) = 4.1391 dan

Consistency Ratio (CR) = 0.0515, sedangkan untuk subkriteria dikelompokkan menjadi 4 yaitu subkriteria biaya dengan nilai Consistency Index (CI) = 3.0433 dan Consistency Ratio (CR) = 0.0373, subkriteria waktu dengan nilai Consistency Index (CI) = 3.1118 dan Consistency Ratio (CR) = 0.0964, subkriteria mutu dengan nilai Consistency Index (CI) = 3.0627 dan Consistency Ratio (CR) = 0.0541, sedangkan untuk subkriteria K3 didapatkan nilai Consistency Index (CI) = 3.1012 dan Consistency Ratio (CR) = 0.0872.

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan nilai $CR \leq 0.1$, dimana apabila nilai $CR \leq 0.1$ maka penilaian dari responden atau pakar dapat dinyatakan konsisten. Membuktikan bahwa para pakar atau responden memiliki pemahaman dan konsistensi penilaian yang sangat baik saat membandingkan tingkat kepentingan antar kriteria dan subkriteria. Untuk prioritas kriteria dari hasil pembobotan didapatkan berturut-turut yaitu, Kriteria Biaya (0.3716 / 37.16%), Kriteria Waktu (0.2928 / 29.28%), Kriteria Mutu (0.2053 / 20.53%), Kriteria K3 (0.1303 / 13.03%).

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merumuskan empat kriteria utama (Biaya, Waktu, Mutu dan K3) beserta sub-kriterianya untuk mengevaluasi kinerja proyek konstruksi. Dari hasil pembobotan menggunakan metode AHP menunjukkan urutan prioritas kriteria penilaian kinerja proyek yaitu, Kriteria Biaya, Kriteria Waktu, Kriteria Mutu dan Kriteria K3. Nilai Consistency Ratio (CR) yang dihasilkan seluruh perhitungan pembobotan, baik pada tingkat kriteria maupun subkriteria, bernilai kurang dari atau sama dengan 0.1, hal ini membuktikan bahwa penilaian dari 20 responden pakar yang terlibat konsisten dan dapat dipertanggungjawabkan

kebenarannya secara logis. Bobot KPI yang divalidasi melalui uji konsistensi ini dapat dikatakan valid dan dapat diimplementasikan.

V. DAFTAR PUSTAKA

Project Management Institute. (2021). A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide) (7th ed.). Project Management Institute.

Haponava, S., & Al-Jibouri, S. (2012). Proposed system for controlling project performance using process-based key performance indicators. *Journal of Management in Engineering*, 28(2), 141149.

Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytical hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83-98.

Atkinson, R. (1999). Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria. *International Journal of Project Management*, 17(6), 337-342.

Chan, A. P. C., & Chan, A. P. L. (2004). Key performance indicators for measuring construction success. *Benchmarking: An International Journal*, 11(2), 203-221.

Tavakolan, M., & Rezai, S. (2016). Design and implementation of a web-based decision support system for project performance evaluation. *Journal of Construction Engineering and Management*, 142(10).

Beatham, S., Anumba, C., Thorpe, T., & Hedges, I. (2004). KPIs: a critical appraisal of their use in construction. *Benchmarking: An International Journal*, 11(1), 93-117.

Cox, R. F., Issa, R. R., & Ahrens, D. (2003). Management's perception of key performance indicators for construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 129(2), 142-151.

Toor, S. R., & Ogunlana, S. O. (2010). Beyond the iron triangle: Measuring project performance of large-scale public sector development projects. *International Journal of Project Management*, 28(3), 228-236.

Enshassi, A., & Shorafa, F. (2015). Key performance indicators for maintenance projects in the Gaza Strip. *Journal of Facilities Management*, 13(3), 288-308.

Yeung, J. F., Chan, A. P., & Chan, D. W. (2013). Developing a performance index for relationship-based construction projects in Australia. *Journal of Management in Engineering*, 29(3), 259268.

Gunduz, M., & Elsherbeny, H. A. (2020). Operational framework for managing construction supply chain excellence using AHP. *Journal of Construction Engineering and Management*, 146(3), 04020005.

Vaishnavi, V., & Suresh, M. (2020). Assessment of agile readiness in software organizations using fuzzy AHP. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 27(1-2), 121-137.

Bagus, I. G., & Wibowo, A. (2020). Analisis Pemilihan Subkontraktor Pada Proyek Gedung Dengan Metode AHP. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(2), 89-101.

Darko, A., dkk. (2018). Multi-criteria decision-making methods in construction: A review. *Theoretical Economics Letters*, 8(11), 2179-2202.

Jalaei, F., & Junior, A. B. (2015). Integrating BIM with the AHP to select the appropriate structural system for buildings. *Journal of Building Engineering*, 2, 18-30.

Sari, N., & Santoso, I. (2021). Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kinerja Karyawan Dengan Metode AHP. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi*, 2(1), 3442.

Turban, E., dkk. (2021). Business

Intelligence, Analytics, and Data Science: A Managerial Perspective. Pearson Education.

Lin, Y. C., & Chen, Y. P. (2012). Developing BIM-based BIMBots for construction performance monitoring. *Automation in Construction*, 27, 184-203.

Power, D. J. (2002). *Decision Support Systems: Concepts and Resources for Managers*. Quorum Books.

Radujković, M., & Sjekavica, M. (2017). Project management success factors. *Procedia Engineering*, 196, 607-615.