

Analisis *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) pada Pengambilan Keputusan Pemilihan Vendor dengan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Arham Nashiruddin Hakim¹, Danang Setiawan^{1*}

¹ Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Indonesia, Sleman, Indonesia

* Korespondensi: danang@uii.ac.id

Received: 8 May 2025

Revised: 18 June 2025

Accepted: 1 July 2025

Citation:

Hakim, A. N., & Setiawan, D. (2025). Analisis multi-criteria decision making (MCDM) pada pengambilan keputusan pemilihan vendor dengan metode analytical hierarchy process (AHP). *QOMARUNA Journal of Multidisciplinary Studies*, 2(2), 10-21. <https://doi.org/10.62048/qjms.v2i2.89>



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open-access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

ABSTRACT

The high level of competition in the coal mining sector requires companies to optimize their strategies, technologies, and resources, including selecting the right vendors and partners. This study aims to determine the best vendor for the procurement of the Wastewater Quality Monitoring System at PT XYZ using the Analytic Hierarchy Process (AHP) method. Six criteria were used in the vendor selection process: quality, cost, delivery, environment, safety, and morale. The weight of each criterion was obtained through a pairwise comparison process conducted by seven experts in supply management and occupational safety, using Saaty's scale. The consistency of the judgments was verified using the Consistency Ratio (CR) calculation, and all comparison matrices met the consistency threshold ($CR \leq 0.10$), indicating valid assessments. Among five suppliers evaluated, the finding showed that Supplier 4 (coded as A4) emerged as the best vendor, achieving the highest overall weight across all criteria.

Keywords: MCDM, AHP, vendor selection, wastewater, consistency ratio

ABSTRAK

Tingginya tingkat persaingan di sektor pertambangan batu bara menuntut perusahaan untuk mengoptimalkan strategi, teknologi, dan sumber daya, termasuk dalam memilih vendor dan mitra kerja yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan vendor terbaik dalam pengadaan Sistem Pemantauan Kualitas Air Limbah di PT XYZ dengan menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Sebanyak enam kriteria digunakan dalam pemilihan vendor, yaitu *quality, cost, delivery, environment, safety, dan morale*. Bobot masing-masing kriteria diperoleh melalui proses perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) yang dilakukan oleh tujuh orang pakar di bidang supply management dan keselamatan kerja, dengan menggunakan skala penilaian Saaty. Konsistensi penilaian diuji melalui perhitungan *Consistency Ratio* (CR), dan seluruh matriks perbandingan memenuhi batas konsistensi ($CR \leq 0,10$), yang menunjukkan validitas penilaian. Dari lima vendor yang dievaluasi, vendor 4 (kode A4) merupakan vendor terbaik dengan bobot tertinggi berdasarkan keseluruhan kriteria.

Kata kunci: MCDM, AHP, Pemilihan vendor, Air Limbah, *consistency ratio*

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara dengan cadangan sumber daya mineral terbesar di dunia, termasuk batubara yang selama ini berperan signifikan dalam mendukung pertumbuhan industri nasional. Batubara memiliki prospek bisnis jangka panjang yang menguntungkan, mengingat perannya yang masih dominan dalam bauran energi. Menurut International Energy Agency (IEA), konsumsi batubara global diproyeksikan tumbuh rata-rata sebesar 1,9% per tahun sepanjang 2015–2030 (Ratoko et al., 2022). Kebutuhan energi yang masih bergantung pada bahan bakar fosil, termasuk batubara, mendorong peningkatan produksi dan konsumsi secara global maupun domestik.

Data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) menunjukkan bahwa pada tahun 2022, konsumsi batubara domestik Indonesia mencapai 193 juta ton atau 116% dari target sebesar 166 juta ton. Produksi nasional bahkan menembus angka 687 juta ton atau 104% dari target tahunan. Untuk tahun 2023, pemerintah menargetkan produksi sebesar 695 juta ton, terdiri dari 177 juta ton untuk kebutuhan domestik dan 518 juta ton untuk ekspor (Direktorat Jenderal EBTKE, 2023). Kenaikan produksi ini memperkuat tren jangka panjang industri batubara Indonesia yang hanya sempat menurun pada masa pandemi Covid-19.

Persaingan yang semakin ketat dalam industri batubara menuntut perusahaan untuk mengoptimalkan strategi, teknologi, dan sumber daya yang dimiliki guna menjaga efisiensi dan keberlanjutan operasional (Yunus, 2016). Salah satu strategi penting dalam efisiensi biaya dan peningkatan kinerja operasional adalah melalui pemilihan vendor atau mitra kerja yang tepat. Vendor memiliki peran strategis dalam rantai pasok, terutama dalam pengadaan item vital yang digunakan secara berkelanjutan. Pemilihan vendor yang efektif dapat berdampak langsung pada ketepatan waktu, kualitas, dan efisiensi biaya proyek (Nurjanah, 2020). Oleh karena itu, keputusan pemilihan pemasok tidak hanya bersifat administratif, tetapi merupakan bagian dari strategi perusahaan dalam mencapai keunggulan kompetitif (Amid et al., 2009; Putri, 2015).

Namun demikian, kajian-kajian terdahulu yang mengkaji pemilihan vendor di sektor pertambangan Indonesia sebagian besar masih terbatas pada aspek teknis dan biaya, dan belum banyak yang menyoroti aspek keberlanjutan lingkungan maupun keselamatan kerja secara terintegrasi. Selain itu, masih jarang ditemukan penelitian yang secara spesifik menerapkan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) untuk pemilihan vendor sistem pemantauan lingkungan seperti SPARING. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kekosongan tersebut dengan mengembangkan model pemilihan vendor SPARING berbasis AHP yang mempertimbangkan enam dimensi evaluasi, yaitu kualitas, biaya, ketepatan pengiriman, kepatuhan lingkungan, keselamatan kerja, dan moral kerja.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Multi-Criteria Decision Making (MCDM)

Multiple Criteria Decision Making (MCDM) adalah pendekatan dalam pengambilan keputusan yang bertujuan untuk mengidentifikasi alternatif terbaik dari beberapa pilihan berdasarkan kriteria tertentu (Christioko & Hidayati, 2017; Kumar Behera & Beura, 2023). Berdasarkan tujuannya, MCDM dapat dikategorikan menjadi dua model, yaitu *Multi Attribute Decision Making* (MADM) dan *Multi Objective Decision Making* (MODM). Dalam penggunaannya, MADM sering digunakan untuk menangani masalah-masalah dalam ruang diskrit, sehingga cocok untuk mengevaluasi atau memilih alternatif dalam jumlah terbatas. Sebaliknya, MODM digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah dalam ruang kontinu, seperti yang dihadapi dalam pemrograman matematis (Mayasari et al., 2018). Dalam cakupan *Multi Attribute Decision Making* (MCDM), terdapat berbagai metode yang dapat digunakan untuk membantu dalam pengambilan keputusan dalam pemilihan vendor alternatif. Metode-metode tersebut antara lain *Simple Addictive Weighting* (SAW), *Weighted Product* (WP), *Electre*, *Technique for Order Preference by Similarity of Ideal Solution* (TOPSIS), dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Metode-metode ini menawarkan pendekatan-pendekatan beragam untuk menilai dan memilih alternatif yang paling sesuai berdasarkan kriteria keputusan tertentu.

2.2 Metode AHP

Analytic Hierarchy Process (AHP) merupakan metode pengambilan keputusan multikriteria yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 1970-an (Saaty, 2008; Saaty, 1990). AHP dirancang untuk membantu pengambil keputusan menyusun prioritas dan membuat keputusan yang rasional ketika dihadapkan pada masalah yang kompleks dan melibatkan banyak alternatif serta kriteria. Keunikan metode ini terletak pada kemampuannya mengubah persepsi subjektif para pengambil keputusan menjadi nilai numerik yang dapat dianalisis secara kuantitatif dan konsisten (Saaty, 1990).

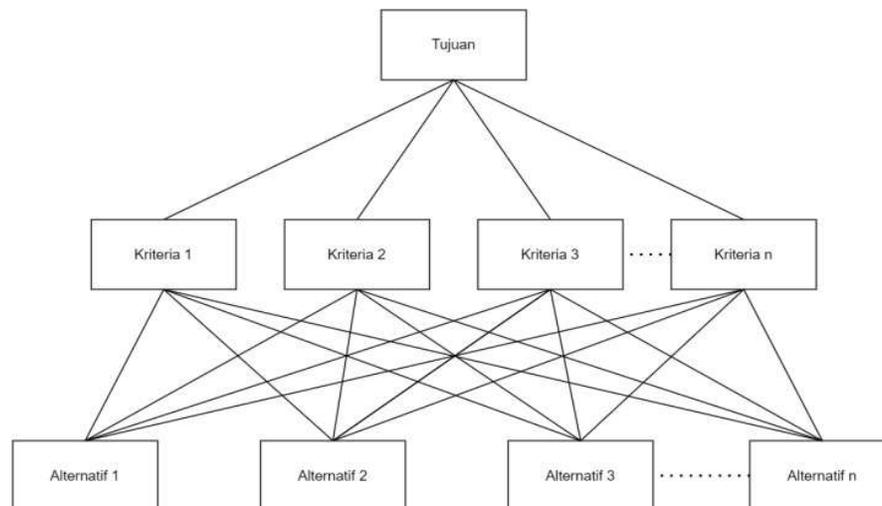
AHP bekerja dengan membagi permasalahan ke dalam struktur hierarki yang terdiri dari tiga tingkat utama: tujuan umum di tingkat tertinggi, kriteria dan subkriteria di tingkat menengah, dan alternatif solusi di tingkat terbawah (lihat Gambar 1). Dalam struktur ini, setiap elemen pada suatu tingkat dibandingkan secara berpasangan terhadap elemen yang berada satu tingkat di atasnya. Penilaian dilakukan menggunakan skala perbandingan 1–9 seperti yang diperkenalkan oleh Saaty, di mana nilai-nilai ini mencerminkan intensitas preferensi relatif antar elemen.

Langkah-langkah utama dalam AHP meliputi:

1. Menentukan masalah dan tujuan keputusan secara eksplisit,
2. Menyusun struktur hierarki berdasarkan tujuan, kriteria, subkriteria, dan alternatif,
3. Melakukan perbandingan berpasangan antar elemen menggunakan judgement pakar atau pengambil keputusan,
4. Menghitung bobot prioritas relatif dengan teknik eigen vector, dan
5. Melakukan uji konsistensi logis terhadap penilaian, yang dinyatakan melalui *Consistency Ratio* (CR). Nilai $CR \leq 0,10$ menunjukkan bahwa penilaian dianggap konsisten; jika melebihi ambang batas tersebut, maka pengambilan keputusan perlu ditinjau ulang.

Keunggulan AHP terletak pada fleksibilitasnya dalam mengintegrasikan data kuantitatif maupun kualitatif, serta kemampuannya mengakomodasi berbagai perspektif melalui partisipasi ahli secara sistematis. Selain itu, metode ini mampu memberikan justifikasi yang kuat terhadap keputusan akhir karena setiap langkah dilengkapi dengan perhitungan matematis dan pengujian konsistensi.

AHP telah banyak digunakan dalam berbagai bidang, termasuk manajemen strategis, logistik, pemilihan vendor, perencanaan sumber daya, pengelolaan lingkungan, dan penilaian risiko. Dalam konteks industri, AHP dinilai efektif dalam mendukung keputusan yang melibatkan banyak kriteria yang saling bertentangan serta melibatkan kepentingan banyak pihak (Aşkın & Güzin, 2007; Kusriani, 2007; Saaty, 1990).



Gambar 1. Struktur Hierarki

2.3 Vendor

Dalam manajemen rantai pasok (*supply chain management*), pemasok atau juga dikenal sebagai vendor atau *supplier*, merupakan pihak yang menyediakan barang atau jasa kepada perusahaan maupun individu, baik untuk dijual kembali maupun digunakan dalam proses produksi. Vendor memainkan peran penting dalam mendukung proses manufaktur dengan menjamin kualitas material yang akan berdampak langsung pada mutu produk akhir yang ditawarkan perusahaan kepada pelanggannya. Selain itu, vendor juga berpengaruh signifikan terhadap biaya produksi, menjadikannya salah satu elemen kunci dalam efisiensi operasional perusahaan (Hosseini & Khaled, 2019).

Manajemen vendor yang dilakukan secara efektif dan efisien dapat menjadi strategi untuk mempertahankan keunggulan kompetitif, karena mampu mengantisipasi tindakan pesaing yang berusaha meniru atau mengungguli produk perusahaan melalui berbagai variabel diferensiasi (Raharjo & Indriyani, 2013). Dalam konteks ini, vendor merupakan bagian integral dari rantai pasok yang memengaruhi kelangsungan hidup perusahaan. Jika pemasok tidak menunjukkan tanggung jawab dalam memenuhi permintaan barang atau jasa, hal ini dapat menimbulkan masalah serius seperti kekosongan stok (*stockout*) atau keterlambatan pengiriman (*lead time*), yang pada akhirnya menyebabkan kerugian peluang (*opportunity lost*) (Suciadi, 2013).

Untuk itu, penting bagi perusahaan untuk bersikap selektif dalam memilih pemasoknya. Dalam praktiknya, perusahaan sering kali bekerja sama dengan lebih dari satu vendor untuk memenuhi kebutuhan produksi. Namun, kondisi ini juga berpotensi menimbulkan konflik kepentingan antar pemasok. Oleh karena itu, perusahaan tidak hanya perlu memilih vendor secara cermat, tetapi juga membangun kerja sama yang konstruktif demi menjaga keberlanjutan dan efektivitas rantai pasok.

2.4 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Berbagai studi sebelumnya telah menerapkan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dalam konteks pemilihan vendor di sektor pertambangan (misal: Martua, 2025; Alda, et al., 2023; Denia, 2023; Putra et al., 2024). Martua (2025) meneliti seleksi vendor untuk pengadaan *gold crusher* di PT Indotan Lombok Barat Bangkit dengan menggunakan lima kriteria utama: *financial, delivery, after-sales, machine*, dan *vendor credibility*. Kriteria “*machine*” memiliki bobot tertinggi, dengan sub-kriteria *machine reliability* menempati peringkat utama, menandakan pentingnya efisiensi dan kestabilan operasional. Hasilnya menunjukkan bahwa vendor Liming dipilih karena unggul dalam aspek teknis dan reputasi manufaktur. Sementara itu, Denia (2023) menggabungkan AHP dan *Simple Additive Weighting* (SAW) dalam studi pemilihan vendor untuk proyek pengangkutan lumpur di tambang batubara milik PT Darma Henwa. Tiga kriteria utama digunakan: *service/experience, contract and commercial*, dan *machine/manufacturing*. Kriteria “*service/experience*” memperoleh bobot tertinggi, menekankan pentingnya keandalan dan rekam jejak vendor. Studi ini juga telah menerapkan pengujian *consistency ratio* untuk memastikan validitas hasil AHP.

Di sisi lain, aplikasi AHP dalam konteks sistem lingkungan atau keberlanjutan juga mulai berkembang. Putra et al. (2024) menggunakan AHP untuk menentukan prioritas strategi implementasi ISO 14001:2015 di industri tekstil, berdasarkan kriteria seperti kepemimpinan, perencanaan, dan peningkatan kinerja. Penelitian ini fokus pada kesiapan sertifikasi sistem manajemen lingkungan, namun tidak membahas proses seleksi vendor secara spesifik. Batwara et al. (2022) menerapkan gabungan model Kano dan Fuzzy AHP untuk mengevaluasi atribut produk ramah lingkungan dalam konteks desain produk berkelanjutan. Meskipun demikian, fokus studi ini adalah pengembangan produk hijau, bukan sistem berbasis pemantauan seperti SPARING yang wajib digunakan oleh industri sesuai regulasi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) (KLHK, 2019). Dengan demikian, meskipun AHP telah banyak digunakan dalam pengambilan keputusan terkait lingkungan, belum terdapat studi yang secara langsung mengkaji pemilihan vendor untuk sistem pemantauan kualitas air limbah seperti SPARING.

Di Indonesia, beberapa studi telah mencoba mengembangkan model seleksi vendor dalam industri tambang menggunakan pendekatan *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) (Setyono 2019; Nuraini et al., 2022; Awom, 2024). Setyono (2019) membandingkan metode MOORA, COPRAS, dan TOPSIS berbasis pembobotan AHP dalam konteks pemilihan vendor alat berat. Fokus utama studi ini

adalah pada perbandingan efektivitas metode pengambilan keputusan, tanpa mengeksplorasi aspek keberlanjutan. Sementara itu, Awom (2024) mengembangkan model seleksi vendor material penyangga batuan di PT Freeport Indonesia dengan mempertimbangkan kriteria seperti kualitas, riwayat kinerja, dan pelayanan. Namun, keduanya tidak secara eksplisit memasukkan dimensi lingkungan atau keselamatan kerja dalam kerangka penilaian mereka.

Berdasarkan kajian ini, dapat diidentifikasi sejumlah kesenjangan yang belum banyak disentuh oleh penelitian terdahulu. Pertama, masih minimnya fokus pada aspek lingkungan (*environment*) dan keselamatan kerja (*safety*) dalam kriteria seleksi vendor, padahal keduanya sangat krusial dalam pengadaan sistem pemantauan lingkungan seperti SPARING. Kedua, belum ditemukan studi yang secara spesifik menerapkan AHP untuk pemilihan vendor SPARING di sektor pertambangan, yang membutuhkan pendekatan evaluatif yang menggabungkan pertimbangan teknis, ekonomi, dan regulatif. Ketiga, masih terbatasnya pelaporan tentang prosedur validasi konsistensi dalam metode AHP, seperti perhitungan *consistency ratio* (CR), yang berfungsi memastikan keandalan keputusan. Terakhir, rendahnya eksplorasi terhadap kriteria non-konvensional seperti *morale*, yang sebenarnya penting dalam menjaga keberlanjutan relasi kerja antara vendor dan perusahaan.

3. Metode

Penelitian ini dilakukan di PT XYZ, salah satu perusahaan pertambangan batubara yang berkontribusi terhadap produksi dan ekspor nasional. Didirikan pada tahun 2006 sebagai bagian dari Grup Astra, perusahaan ini memiliki cadangan batubara sekitar 254 juta ton dan menjalankan kegiatan operasionalnya melalui beberapa anak perusahaan yang tersebar di Kalimantan Tengah dan Selatan. Koordinasi dan perencanaan, termasuk pengadaan barang dan jasa, dilakukan di kantor pusat Jakarta oleh Departemen *Supply Management* (SM), yang bertanggung jawab atas proses survei, penilaian, sourcing, negosiasi, serta kontrak kerja sama dengan vendor.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung dan wawancara dengan karyawan Departemen Supply Management di kantor pusat PT XYZ untuk memahami proses pemilihan vendor terkait pengadaan sistem pemantauan kualitas air limbah otomatis (SPARING). Selain itu, dilakukan penyebaran kuesioner kepada para pakar untuk melakukan penilaian perbandingan berpasangan antar kriteria dan alternatif vendor. Kuesioner ini diisi oleh tujuh orang responden yang merupakan ahli di bidang supply management, pengadaan barang dan jasa, serta keselamatan dan lingkungan kerja (*Safety, Health, and Environment*).

Skala penilaian dalam kuesioner mengacu pada skala fundamental yang dikembangkan oleh Saaty, yaitu skala 1 hingga 9. Skala 1 menunjukkan bahwa dua elemen memiliki tingkat kepentingan yang setara (*equal importance*), sedangkan skala 9 menunjukkan bahwa satu elemen dianggap sangat mutlak lebih penting dibandingkan yang lain (*extreme importance*). Berdasarkan hasil request for quotation (RFQ) yang dikirimkan sebelumnya, diperoleh lima alternatif vendor, dengan kode A1, A2, A3, A4, dan A5.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode Analytic Hierarchy Process (AHP), salah satu pendekatan Multi-Criteria Decision Making (MCDM) yang memungkinkan pengambilan keputusan melalui penyusunan struktur hierarki dan pembobotan berbasis perbandingan berpasangan. Proses analisis dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Microsoft Excel, yang digunakan untuk menghitung bobot prioritas, nilai consistency ratio (CR), serta evaluasi bobot akhir dari masing-masing alternatif vendor. Excel juga dimanfaatkan untuk memvisualisasikan hasil dalam bentuk diagram dan tabel, sehingga memudahkan interpretasi dan penarikan kesimpulan.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisis Kriteria dan Alternatif Vendor

Dalam proses pemilihan vendor untuk pengadaan sistem SPARING di PT XYZ, terdapat lima alternatif vendor yang mengajukan penawaran (*quotation*). Seluruh vendor tersebut telah tersertifikasi oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) untuk pengadaan serta kalibrasi

SPARING, yaitu sistem otomatis dan daring yang memantau, mencatat, dan melaporkan kadar serta debit air limbah secara kontinu.

Pengadaan diawali dengan pengiriman dokumen *Request for Quotation* (RFQ) oleh PT XYZ, yang kemudian direspons oleh para vendor melalui quotation berisi rincian produk, jumlah, harga, ketentuan pengiriman, dan skema pembayaran. Kelima vendor selanjutnya dievaluasi berdasarkan enam kriteria utama: quality, cost, delivery, environment, safety, dan morale.

Quality dinilai dari kesesuaian spesifikasi alat seperti pH meter, TSS meter, flow meter, dan data logger dengan kebutuhan operasional perusahaan. Kualitas dipahami bukan sebagai mutu tertinggi, melainkan sebagai tingkat kecocokan dengan konteks penggunaan. *Cost* mencakup seluruh biaya pengadaan, termasuk harga material, instalasi, kalibrasi, pengiriman, dan pemeliharaan. Kriteria ini penting untuk memastikan efisiensi apabila performa produk antar vendor dianggap setara. *Delivery* merujuk pada ketepatan waktu pengadaan, mulai dari waktu tunggu persiapan, pengiriman, hingga instalasi produk di lokasi. *Environment* menilai potensi dampak lingkungan dari proses instalasi dan penggunaan produk SPARING terhadap ekosistem sekitar. *Safety* mengacu pada tingkat keamanan penggunaan produk bagi pekerja, termasuk potensi bahaya atau risiko kecelakaan kerja. *Morale* dievaluasi melalui rekam jejak kinerja vendor, kebijakan garansi dan klaim, serta reputasi dan posisi mereka di industri. Evaluasi dilakukan oleh para pakar (*expert*) yang memiliki kompetensi di bidang pengadaan, supply chain, dan K3L, dengan pendekatan metode AHP untuk menentukan vendor terbaik secara objektif dan terukur.

4.2 Analisis Geomean

Nilai *geometric mean* (geomean) digunakan untuk merepresentasikan rata-rata pendapat para pakar dalam penilaian perbandingan berpasangan antara kriteria dan alternatif vendor. Nilai ini diperoleh dengan menghitung akar pangkat- n dari hasil perkalian nilai penilaian oleh seluruh pakar, di mana n adalah jumlah pakar yang memberikan penilaian pada pasangan tersebut.

Dalam praktiknya, nilai geomean yang dihasilkan seringkali tidak berjumlah total satu, sehingga diperlukan proses normalisasi untuk mengubahnya menjadi matriks perbandingan berpasangan (*pairwise comparison matrix*) yang konsisten. Proses normalisasi ini dilakukan dengan menghitung total *weight matrix*, *eigen vector*, dan *eigen value*, agar bobot prioritas dari setiap elemen dapat diinterpretasikan secara valid.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa geomean tertinggi pada perbandingan antar kriteria terdapat pada pasangan *quality* terhadap *morale* dengan nilai 8,42, yang mengindikasikan bahwa kriteria *quality* dianggap jauh lebih penting dibandingkan *morale*, dengan tingkat keyakinan yang sangat tinggi. Sebaliknya, nilai geomean terendah tercatat pada pasangan *delivery* terhadap *safety* sebesar 0,14, menandakan bahwa *safety* diprioritaskan lebih tinggi dibandingkan *delivery*.

Sementara itu, untuk perbandingan antar alternatif dalam setiap kriteria, geomean tertinggi ditemukan pada kriteria *quality*, yaitu pada pasangan alternatif A4 terhadap A5 dengan nilai 6,28. Artinya, pada aspek kualitas, alternatif A4 secara signifikan lebih disukai dibandingkan A5. Sebaliknya, nilai geomean terendah tercatat pada kriteria *cost*, yakni pada pasangan alternatif A1 terhadap A3 dengan nilai 0,12, yang mengindikasikan preferensi kuat terhadap A3 dibandingkan A1 dalam aspek biaya.

4.3 Analisis Matriks Pairwise Comparison

Hasil matriks *pairwise comparison* antar kriteria menunjukkan bahwa kriteria *quality* memiliki nilai dominan tertinggi, yaitu 34,29, yang mengindikasikan bahwa mutu produk menjadi aspek paling krusial dalam keberhasilan pengadaan barang. Hal ini mencerminkan pentingnya kesesuaian spesifikasi teknis dan keandalan alat dalam sistem SPARING. Nilai tertinggi berikutnya secara berturut-turut adalah *cost* sebesar 22,45 dan *safety* sebesar 21,52, yang mencerminkan pentingnya efisiensi biaya serta jaminan keamanan dalam penggunaan alat bagi karyawan.

Pada matriks perbandingan antar alternatif vendor untuk setiap kriteria, nilai tertinggi tercatat pada vendor A3 untuk kriteria *delivery* sebesar 21,65. Hal ini selaras dengan isi *quotation* dari A3 yang

menyatakan kesanggupan pengiriman SPARING dalam waktu hanya tiga minggu, jauh lebih cepat dibandingkan penawaran vendor lain yang berkisar antara empat hingga enam belas minggu.

Nilai tertinggi kedua ditemukan pada kriteria safety oleh vendor A4, yang juga memperoleh skor tertinggi pada kriteria quality. Hal ini menunjukkan bahwa vendor A4 menawarkan solusi yang tidak hanya aman digunakan, tetapi juga berkualitas tinggi. Dalam *quotation*-nya, A4 menawarkan SPARING dengan merek Kacise, produsen terkemuka dalam bidang alat pemantauan kualitas air dan telah tersertifikasi ISO 9001:2015.

Sementara itu, vendor A3 juga mencatat nilai tinggi pada kriteria cost, dengan penawaran harga SPARING sebesar Rp401.888.000, jauh lebih kompetitif dibandingkan empat vendor lain yang menawarkan harga lebih dari Rp810.400.000, atau hampir dua kali lipat lebih mahal. Untuk kriteria environment, nilai tertinggi diperoleh oleh vendor A4, yang menawarkan alat dengan sensitivitas tinggi terhadap pH, TSS, dan debit air, serta dukungan teknisi ahli untuk penyelesaian masalah (*troubleshooting*). Adapun pada kriteria morale, nilai tertinggi diberikan kepada vendor A2, diikuti oleh vendor A4, masing-masing dengan nilai 20,63 dan 12,63. Hal ini didukung oleh kebijakan garansi satu tahun serta rekam jejak dan reputasi profesional yang baik dalam menjalin kerja sama dengan perusahaan.

4.4 Analisis Priority Weight

Priority weight atau matriks rata-rata perbandingan berpasangan memiliki nilai yang sama dengan matriks *pairwise comparison*. *Priority weight* merupakan bentuk desimal dari matriks *pairwise comparison* yang diperoleh dengan cara membagi setiap kolom matriks dengan jumlah masing-masing kolom. Perhitungan ini dilakukan untuk memastikan bahwa data yang akan digunakan berdistribusi normal. Seluruh data perbandingan kriteria dan alternatif yang berdistribusi normal pasti akan memiliki nilai 1 pada kolom jumlah *priority weight*. Apabila belum bernilai 1, maka terdapat kesalahan dalam melakukan perbandingan berpasangan atau dalam melakukan transformasi matriks.

4.5 Analisis Normalisasi Data

4.5.1 Total Weight Matrix

Total Weight Matrix diperoleh dengan menjumlahkan nilai *priority weight* antara setiap kriteria dengan kriteria lainnya atau nilai *priority weight* antara setiap alternatif pada suatu kriteria dengan alternatif lainnya. *Total weight matrix* akan menghasilkan nilai yang berbanding lurus dengan jumlah kriteria atau alternatif yang dibandingkan.

Kriteria dalam pemilihan vendor SPARING berjumlah enam dan alternatif berjumlah lima, oleh karena itu total *total weight matrix* harus bernilai 6 untuk kriteria karena matriks kriteria berordo 6 dan 5 untuk alternatif karena matriks alternatif berordo 5. Perhitungan *total weight matrix* telah sesuai dengan ketentuan tersebut sehingga dapat dipastikan bahwa data berdistribusi normal dan dapat dilakukan perhitungan selanjutnya.

4.5.2 Eigen Vector

Eigen vector termasuk ke dalam normalisasi data dan harus memiliki memiliki range 0 hingga 1 agar data tersebut berdistribusi normal. Nilai *eigen vector* menunjukkan bobot dari setiap kriteria atau alternatif yang berfungsi untuk mengetahui tingkatan prioritas. Semakin besar *nilai eigen vector* maka kriteria atau alternatif tersebut merupakan pilihan yang lebih baik dari kriteria atau alternatif lainnya.

Perhitungan yang telah dilakukan menunjukkan hasil *eigen vector* antar kriteria dapat dikatakan berdistribusi normal karena nilai pada masing-masing kriteria memiliki range 0 hingga 1 dan memiliki jumlah total *eigen vector* antar kriteria sebesar 1. Hasil yang sama juga ditunjukkan pada perhitungan *eigen vector* pada masing-masing kriteria terhadap alternatif. Nilai pada masing-masing kriteria terhadap alternatif memiliki range 0 hingga 1 dan memiliki jumlah total *eigen vector* antar kriteria terhadap alternatif sebesar 1 sehingga dapat disimpulkan bahwa data *eigen vector* kriteria terhadap alternatif berdistribusi normal.

4.5.3 Perkalian Matriks

Berdasarkan hasil perhitungan, jumlah total perkalian matriks antar kriteria sebesar 7,75. Sedangkan jumlah total perkalian matriks alternatif alternatif terhadap kriteria jumlahnya bervariasi mulai dari 5,62 hingga 6,53. Nilai perkalian matriks akan digunakan untuk mencari nilai *eugen value* dengan membagi nilai perkalian matriks dengan *eugen vector* yang telah diperoleh sebelumnya.

4.5.4 Eugen Value

Eugen value diperoleh dengan membagi hasil perkalian matriks pada setiap baris dengan *eugen vector* yang telah diperoleh sebelumnya. Berdasarkan perhitungan *eugen value* antar kriteria, kriteria yang memiliki nilai terbesar yaitu kriteria *cost* dengan nilai 8,19 Hal tersebut berarti bahwa spesifikasi paling berpengaruh terhadap pembentukan karakteristik matriks. Rata-rata nilai pada masing-masing kriteria yaitu 7,19. Sedangkan jumlah total *eugen value* antar kriteria sebesar 40,15.

Pada kriteria *quality*, vendor A2 memperoleh nilai terbesar yaitu sebesar 6,69 dan jumlah total *eugen value* sebesar 29,49. Sama seperti sebelumnya, pada kriteria *cost* vendor A2 memperoleh nilai terbesar yaitu sebesar 6,19 dan jumlah total *eugen value* sebesar 27,97. Selanjutnya pada kriteria *delivery*, vendor A5 memperoleh nilai terbesar yaitu sebesar 5,74 dan jumlah total *eugen value* sebesar 27,32. Sedangkan pada kriteria *environment*, vendor A3 memperoleh nilai terbesar yaitu sebesar 6,96 dan jumlah total *eugen value* sebesar 32,35. Kemudian pada kriteria *safety*, vendor A4 memperoleh nilai terbesar yaitu sebesar 5,86 dan jumlah total *eugen value* sebesar 27,48. Berbeda halnya dengan kriteria *morale*, vendor A2 memperoleh nilai terbesar yaitu sebesar 5,92 dan jumlah total *eugen value* sebesar 27,56.

4.6 Analisis Consistency Ratio

Nilai *Consistency Ratio* (CR) digunakan untuk menilai sejauh mana konsistensi logis dipertahankan dalam proses penilaian perbandingan berpasangan pada metode AHP. CR diperoleh dari hasil perbandingan antara *Consistency Index* (CI) dan *Index Random Consistency* (IR). Sebuah matriks perbandingan dianggap konsisten apabila nilai $CR \leq 0,100$ (Saaty, 1990).

Langkah perhitungannya dimulai dari menentukan nilai λ maks (*lambda max*), yaitu hasil pembagian antara jumlah total bobot tertimbang (*total weight matrix*) dan nilai *eigen vector*. Selanjutnya, *Consistency Index* dihitung dengan rumus:

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

di mana n adalah ordo matriks. Nilai CI kemudian dibagi dengan IR untuk memperoleh CR:

$$CR = \frac{CI}{IR} \quad (2)$$

Pada perhitungan antar kriteria, diperoleh λ maks sebesar 7,19 dengan CI sebesar 0,23. Karena matriks memiliki ordo 6, maka nilai IR yang digunakan adalah 1,24. Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai CR sebesar 0,1923. Namun demikian, nilai ini melebihi ambang batas 0,100, yang mengindikasikan adanya inkonsistensi dalam penilaian antar kriteria dan seharusnya diperbaiki untuk meningkatkan validitas.

Sementara itu, pada perhitungan alternatif terhadap masing-masing kriteria, diperoleh hasil CR sebagai berikut:

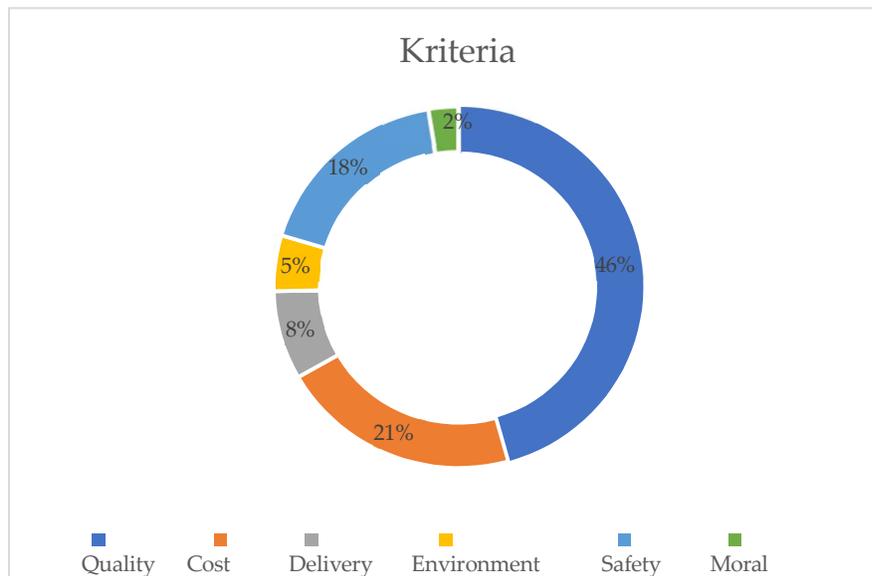
- Quality: λ maks = 5,89; CR = 0,20
- Cost: λ maks = 5,54; CR = 0,1328
- Delivery: λ maks = 5,46; CR = 0,1034
- Environment: λ maks = 6,47; CR = 0,3281
- Safety: λ maks = 5,49; CR = 0,1108
- Morale: λ maks = 5,51; CR = 0,1144

Dari hasil tersebut, hanya beberapa matriks alternatif yang memenuhi kriteria konsistensi. Dengan demikian, tidak seluruh perhitungan memenuhi ambang batas $CR \leq 0,100$, dan diperlukan

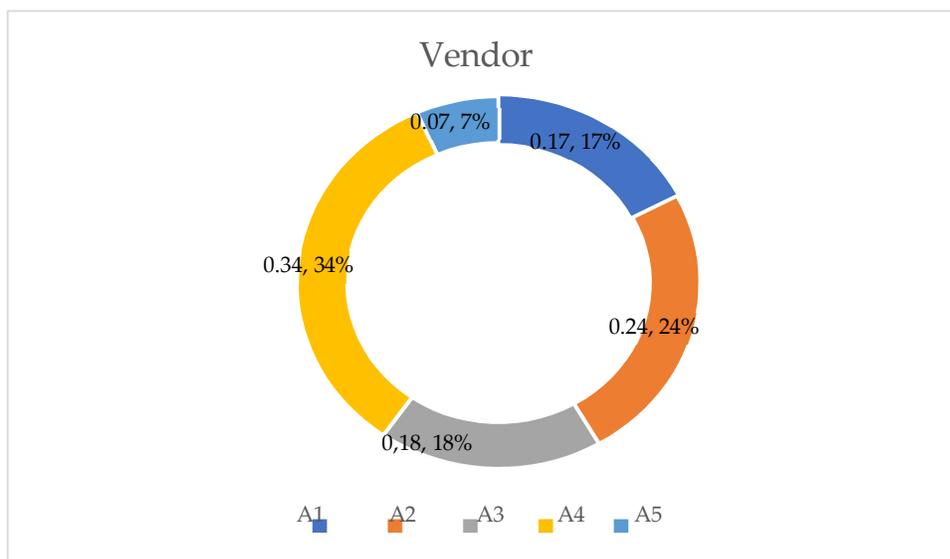
peninjauan ulang pada kriteria tertentu seperti *environment* dan *quality* agar keputusan yang diambil lebih dapat diandalkan.

4.7 Analisis Keputusan

Seperti ditunjukkan oleh Gambar 2, dari keenam kriteria yang dianalisis, kriteria *quality* memiliki bobot tertinggi sebesar 0,4566 (46%), disusul oleh *cost* sebesar 21%, dan terakhir *moral* sebesar 2%. Selanjutnya hasil analisis menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP), diperoleh keputusan bahwa vendor A4, merupakan alternatif terbaik dalam pengadaan produk SPARING di PT XYZ. Penilaian ini mengacu pada enam kriteria utama yang digunakan perusahaan, yaitu: *quality*, *cost*, *delivery*, *environment*, *safety*, dan *morale*. (Hosseini & Khaled, 2019). Vendor A4 memperoleh bobot total tertinggi, yaitu sebesar 0,34 (34%) seperti ditunjukkan dalam Gambar 3. Hal ini menunjukkan dominasi dalam keseluruhan proses evaluasi dibandingkan keempat vendor lainnya



Gambar 2. Bobot kriteria



Gambar 3. Nilai Bobot Vendor

Dalam kriteria *safety*, yang memiliki bobot 0,1702 (17%), Vendor A4 kembali menunjukkan keunggulan dengan skor 0,4939, tertinggi di antara seluruh vendor. Nilai ini mencerminkan kemampuan vendor dalam menyediakan produk yang aman digunakan oleh karyawan, serta dukungan teknis yang memadai. Vendor A4 juga unggul pada kriteria *environment*, karena alat yang ditawarkan memiliki sensitivitas tinggi terhadap parameter pH, TSS, dan debit air, serta didukung oleh tenaga kerja yang kompeten dalam troubleshooting secara profesional.

Dalam kriteria *safety*, yang memiliki bobot 0,1702 (17%), Vendor A4 kembali menunjukkan keunggulan dengan skor 0,4939, tertinggi di antara seluruh vendor. Nilai ini mencerminkan kemampuan vendor dalam menyediakan produk yang aman digunakan oleh karyawan, serta dukungan teknis yang memadai. Vendor A4 juga unggul pada kriteria *environment*, karena alat yang ditawarkan memiliki sensitivitas tinggi terhadap parameter pH, TSS, dan debit air, serta didukung oleh tenaga kerja yang kompeten dalam troubleshooting secara profesional.

Pada kriteria lainnya, Vendor A4 menempati posisi yang relatif moderat:

- Cost (bobot 0,2103): skor 0,1643; harga penawaran Rp 472.050.000—lebih tinggi dari vendor A3 (Rp 401.888.000), namun lebih rendah dari vendor A1 (Rp 810.400.000).
- Delivery (bobot 0,0794): skor 0,1608; estimasi waktu pengiriman 4–8 minggu, sebanding dengan mayoritas vendor lain.
- Morale (bobot 0,0259): skor 0,1934; ditunjang oleh kebijakan garansi selama satu tahun serta rekam jejak kerja sama yang positif dengan perusahaan.

Sebagai alternatif kedua, vendor A2 menempati posisi berikutnya dengan skor total 0,24. Vendor A2 menunjukkan keunggulan pada kriteria *morale*, dengan reputasi kuat sebagai penyedia jasa pengujian dan kalibrasi yang terpercaya di industri.

Secara praktis, temuan ini menunjukkan bahwa metode AHP dapat menjadi pendekatan yang efektif dan sistematis dalam proses pengambilan keputusan pengadaan, terutama untuk barang dan jasa yang berdampak langsung pada kepatuhan terhadap regulasi lingkungan seperti SPARING. Keberhasilan evaluasi vendor dalam konteks ini juga memberikan dasar yang kuat bagi perusahaan untuk mengembangkan kebijakan seleksi yang lebih berbasis data dan terukur, serta tidak hanya berfokus pada harga, tetapi juga pada kualitas teknis dan aspek keberlanjutan.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Jumlah responden yang terbatas pada tujuh orang pakar dapat membatasi representativitas data yang diperoleh. Selain itu, penelitian ini dilakukan dalam lingkup satu perusahaan, sehingga generalisasi hasil ke konteks organisasi lain dengan karakteristik berbeda perlu dilakukan secara hati-hati. Metode AHP yang digunakan juga bersifat statis dan belum mempertimbangkan dinamika performa vendor dari waktu ke waktu.

Untuk itu, penelitian selanjutnya sebaiknya mempertimbangkan integrasi AHP dengan metode lain yang mampu menangani ketidakpastian dan kompleksitas antar kriteria, seperti *fuzzy AHP* atau *Analytic Network Process (ANP)*. Di samping itu, perluasan jumlah dan keberagaman responden juga direkomendasikan guna memperoleh sudut pandang yang lebih komprehensif. Kajian lanjutan dapat pula diarahkan untuk mengevaluasi performa aktual vendor terpilih dalam jangka waktu tertentu serta menelusuri pengaruh pemilihan vendor terhadap pencapaian indikator kinerja lingkungan perusahaan secara lebih mendalam.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengumpulan, pengolahan, dan analisis data, penelitian ini menyimpulkan bahwa proses pemilihan vendor dalam pengadaan sistem pemantauan kualitas air limbah (SPARING) di Departemen Supply Management PT XYZ didasarkan pada enam kriteria utama, yaitu kualitas, biaya, ketepatan pengiriman, dampak lingkungan, aspek keselamatan, dan faktor moralitas mitra kerja. Pembobotan masing-masing kriteria ditentukan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)*, yang memungkinkan penilaian multi-kriteria secara sistematis dan terstruktur.

Dari lima vendor yang dianalisis, Vendor A4 teridentifikasi sebagai alternatif terbaik. Keputusan ini didasarkan pada kinerja unggul perusahaan tersebut dalam aspek kualitas produk, keselamatan penggunaan, dan dukungan teknis, yang menjadi faktor penentu utama dalam pengadaan sistem

SPARING. Selain itu, Vendor A4 juga menunjukkan kepatuhan terhadap standar industri dan memiliki rekam jejak yang baik dalam hal pelayanan dan keandalan. Temuan ini menegaskan pentingnya evaluasi komprehensif berbasis AHP dalam proses pemilihan vendor strategis, khususnya dalam konteks pengadaan sistem yang bersifat regulatif dan berorientasi pada keberlanjutan lingkungan.

Pernyataan Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada potensi konflik kepentingan terkait dengan penelitian, penulisan, dan/atau publikasi dari artikel ini.

Daftar Pustaka

- Ahmad, Md. T., & Mondal, S. (2019). Dynamic supplier selection approach for mining equipment company. *Journal of Modelling in Management*, 14(1), 77–105. <https://doi.org/10.1108/JM2-04-2018-0046>
- Alda, S., Zakaria, M., Syukriah, S., & Fadilla, M. (2023). Analisa Supply Chain Operations Reference dan keputusan pemilihan pemasok pertambangan material dengan metode AHP di PT. XYZ. *Industrial Engineering Journal*, 12(2), 32–40. <https://doi.org/10.53912/iej.v12i2.1121>
- Amid, A., Ghodsypour, S. H., & O'Brien, C. (2009). A weighted additive fuzzy multiobjective model for the supplier selection problem under price breaks in a supply chain. *International Journal of Production Economics*, 121(2), 323–332. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.02.040>
- Awom, H. R. (2024). *Development of vendor selection model for ground support material supplier using the analytical hierarchy process* [Undergraduate thesis, Institut Teknologi Bandung].
- Batwara, A., Sharma, V., Makkar, M., & Giallanza, A. (2022). An empirical investigation of green product design and development strategies for eco industries using Kano model and fuzzy AHP. *Sustainability*, 14(14), 8735. <https://doi.org/10.3390/su14148735>
- Denia, R., & Djamaris, A. R. (2023). Vendor selection in mud removal project at coal mine (Case study of PT. Darma Henwa, Indonesia). *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*, 10(6), 54–63.
- Hosseini, S., & Khaled, A. A. (2019). A hybrid ensemble and AHP approach for resilient supplier selection. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 30(1), 207–228. <https://doi.org/10.1007/s10845-016-1241-y>
- KLHK. (2019). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan tentang Pemantauan Kualitas Air Limbah secara Terus Menerus dan Dalam Jaringan Bagi Usaha dan/atau Kegiatan (SPARING)*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. <https://ppkl.menlhk.go.id/website/filebox/885/200306144608Permen%20LHK%20%20tentang%20SPARING.pdf>
- Martua, R. J., & Sunitiyoso, Y. (2025). Vendor selection for the procurement of gold crusher at PT. ILBB using analytic hierarchy process. *Jurnal Sosial Teknologi*, 5(2), 207–221. <https://doi.org/10.59188/jurnalsostech.v5i2.31835>
- Nuraini, R., Alamsyah, D., Septarini, R. S., & Sinlae, A. A. J. (2022). Completion of multi-criteria decision making using the weighted product method on the server maintenance vendor selection system. *Jurnal Teknik Informatika C.I.T Medicom*, 14(1), 27–35. <https://doi.org/10.35335/cit.Vol14.2022.247.pp27-35>
- Nurjanah, N. (2020). Analisis pemilihan vendor menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP): Studi kasus pada PT Bukit Asam Unit Tarahan. *Jurnal Logistik Bisnis*, 10(2), 12–18. <https://doi.org/10.46369/logistik.v10i02.951>
- Oetomo, B. S. D. (2002). *E-education: Konsep, teknologi dan aplikasi internet pendidikan* (1st ed.). ANDI. <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=457639>
- Putra, Y. A. (2024). Implementation study of ISO 14001:2015 in the PT X textile industry, Karanganyar Regency, Central Java using AHP analysis. *Sriwijaya Journal of Environment*, 9(2), 108–116. <https://doi.org/10.22135/sje.2024.9.2.108-116>

- Putri, R. H. (2015). *Trade-off pemilihan pemasok dengan mempertimbangkan ketidakpastian akibat gangguan pada PT. XYZ* [Master's thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember].
- Ratoko, S. K., Bustommy, A. Y., & Sugiarto, E. (2022). Analisa produksi batubara sebagai bagian dari supply chain. *Jurnal Informasi Teknologi Engineering dan Sains*, 2(1), 5–10. <http://jites.untara.ac.id>
- Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48(1), 9–26. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-I](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-I)
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83–98. <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>
- Setyono, R. P. (2019). *Perbandingan metode MOORA, COPRAS, dan TOPSIS berbasis pembobotan Best Worst Method dalam pemilihan pemasok pada perusahaan tambang ABC di Indonesia* [Undergraduate thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember]. <http://repository.its.ac.id/id/eprint/68044>
- Suciadi, Y. (2013). Pemilihan dan evaluasi pemasok pada PT New Hope Jawa. *Jurnal Manajemen Industri*, 1(1), 1–17.
- Yunus, E. (2016). *Manajemen strategis*. ANDI.