EISSN: 2528 - 0112

JURNAL VIRTUAL OF MECHANICAL ENGINEERING ARTICLE (V-MAC)

https://ejournal.unibabwi.ac.id/index.php/vmac email: vmac.mesin@gmail.com

Pemilihan *Supplier* Bahan Baku *Rock Phosphate* Berdasarkan Kriteria *Green Supply Chain Management* Menggunakan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan TOPSIS di PT XYZ

Zaki Azyumarri[1], Isna Nugraha[2], Yekti Condro[3].
[1]*Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia,* 22032010173@student.upnjatim.ac.id
[2]*Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia,* isna.nugraha.ti@upnjatim.ac.id
[3]*Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia,* yekti.condro.ti@upnjatim.ac.id

Corresponding Author: 22032010173@student.upnjatim.ac.id

Abstract: *In the ever-evolving era of globalization, business competition has become increasingly fierce. This condition requires PT XYZ to integrate its ISO 14001:2015 sustainability standards into the evaluation system for Rock Phosphate raw material suppliers, supporting the smooth production of Ferticomp 8-27-8 fertilizer. Currently, supplier evaluation still relies solely on economic criteria, thus posing a risk of long-term losses for the company. This research aims to evaluate and determine the best alternative supplier using the Green Supply Chain Management (GSCM) approach. The research was conducted through three systematic stages: indicator screening using the Cut-Off Point method, which generated 10 criteria and 23 sub-criteria; priority weighting using the Analytical Hierarchy Process (AHP) with a valid consistency level (Consistency Ratio ≤ 0.1); and supplier ranking using the Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) method. The ranking results show that PT (P3) is the best supplier, obtaining the highest preference value of 0.6653. The superiority of this supplier is based on the achievement of the Positive Ideal Solution in crucial economic parameters (on-time delivery) and environmental parameters (Environmental Impact Assessment/AMDAL compliance and green procurement). The company is recommended to maintain its partnership with PT (P3) to ensure a smooth supply chain and the production of Ferticomp 8-27-8 that aligns with environmental commitments.*

Keywords: *Analytical Hierarchy Process (AHP), Ferticomp 8-27-8, Green Supply Chain Management, Rock Phosphate, Supplier Selection, TOPSIS.*

Abstrak: Di era globalisasi yang terus berkembang, persaingan bisnis menjadi semakin ketat. Kondisi ini mengharuskan PT XYZ untuk mengintegrasikan standar keberlanjutan ISO 14001:2015 ke dalam sistem evaluasi pemasok bahan baku Fosfat Batuan, guna mendukung kelancaran produksi pupuk Ferticomp 8-27-8. Saat ini, evaluasi pemasok masih hanya mengandalkan kriteria ekonomi, sehingga menimbulkan risiko kerugian jangka panjang bagi perusahaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan menentukan pemasok alternatif terbaik menggunakan pendekatan *Green Supply Chain Management* (GSCM). Penelitian ini

dilakukan melalui tiga tahapan sistematis: penyaringan indikator menggunakan metode *Cut Off Point*, yang menghasilkan 10 kriteria dan 23 sub-kriteria; pembobotan prioritas menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan tingkat konsistensi yang valid (Consistency Ratio ≤ 0,1); dan pemeringkatan pemasok menggunakan metode *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS). Hasil pemeringkatan menunjukkan bahwa PT (P3) adalah pemasok terbaik, memperoleh nilai preferensi tertinggi sebesar 0,6653. Keunggulan pemasok ini didasarkan pada pencapaian Solusi Ideal Positif dalam parameter ekonomi penting (pengiriman tepat waktu) dan parameter lingkungan (Penilaian Dampak Lingkungan/kepatuhan AMDAL dan pengadaan ramah lingkungan). Perusahaan disarankan untuk mempertahankan kemitraannya dengan PT (P3) untuk memastikan rantai pasokan yang lancar dan produksi Ferticomp 8-27-8 yang selaras dengan komitmen lingkungan.

Kata kunci: *Analytical Hierarchy Process* (AHP), Ferticomp 8-27-8, *Green Supply Chain Management*, Rock Phosphate, Pemilihan *Pemasok, TOPSIS.*

1. PENDAHULUAN

Persaingan global yang kian ketat menuntut produsen menjaga daya saing, terutama lewat peningkatan kualitas produk yang konsisten [1]. Dalam rantai pasok, pemilihan pemasok bahan baku menentukan efisiensi operasional dan stabilitas proses hilir [2], [10], sedangkan kinerja rantai pasok sendiri bergantung pada koordinasi informasi, material, dan hubungan dengan pemasok [11], [12]. Karena pemasok kini menjadi mitra strategis jangka panjang, bukan sekadar vendor biasa [4], perusahaan memerlukan prosedur keputusan yang terstruktur dan terukur, bukan intuisi [3].

PT XYZ adalah manufaktur pupuk yang berperan strategis bagi ketahanan pangan nasional. Berlandaskan efisiensi operasional dan keberlanjutan, perusahaan memakai teknologi modern untuk memproduksi pupuk hayati serta pupuk majemuk NPK (Nitrogen, Fosfor, dan Kalium) non-subsidi bagi sektor perkebunan, hortikultura, dan tanaman pangan. Lini utamanya, Ferticomp, hadir dalam varian 8-27-8, 6-30-6, 13-6-27, dan 13-6-27-4 yang diformulasikan memasok unsur hara makro esensial (N, P, dan K) guna mengoptimalkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman.

Meskipun PT XYZ bersertifikat ISO 14001:2015, standar internasional Sistem Manajemen Lingkungan yang mendorong penggunaan sumber daya lebih efisien [5], komitmen itu belum terbawa ke evaluasi pemasok yang hingga kini hanya menimbang dimensi ekonomi: harga, spesifikasi, dan kualitas produk. Padahal kajian empiris menunjukkan integrasi *Green Supply Chain Management* (GSCM) memperkuat kinerja lingkungan sekaligus operasional [14], [15], sedangkan pengabaiannya memapar perusahaan pada risiko regulasi dan reputasi di tengah naiknya permintaan produk berkelanjutan [16], [18]. Fokus ekonomi yang sempit ini beriringan dengan persoalan berulang: waktu tunggu panjang, ketidaksesuaian tonase, dan pengiriman bahan baku cacat.

Menutup kesenjangan itu menuntut penanaman prinsip GSCM dalam pemilihan pemasok agar evaluasi mencakup aspek ekonomi dan lingkungan sekaligus [6]. Sebagai instrumen analitis, *Analytical Hierarchy Process* (AHP) menguraikan kompleksitas kriteria ke dalam hierarki dan menurunkan bobot prioritasnya secara objektif [7], [20]. Bobot itu menjadi masukan bagi *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) yang memeringkat pemasok menurut kedekatannya dengan solusi ideal positif dan jaraknya dari solusi ideal negatif [8], [23], sehingga rekomendasi pemasok strategis dapat dipertanggungjawabkan lewat skor preferensi tertinggi [9].

Integrasi AHP dan TOPSIS lazim dipakai untuk pemilihan pemasok, namun penelitian terdahulu seperti model *decision support system* pemasok ramah lingkungan oleh Bunga dan Wahyudi [20] umumnya langsung membobotkan kriteria yang telah ditetapkan, dengan jumlah

kriteria dan responden relatif kecil serta tanpa penyaringan indikator yang sistematis, sehingga kriteria yang dievaluasi berpotensi kurang relevan dengan kondisi operasional perusahaan. Penelitian ini mengatasinya dengan merangkai *Cut-Off Point*, AHP, dan TOPSIS secara berurutan: *Cut-Off Point* menyaring subkriteria lewat konsensus praktisi sebelum pembobotan, AHP menghasilkan bobot prioritas objektif yang teruji konsistensinya, dan TOPSIS memberi peringkat alternatif yang stabil terhadap solusi ideal, sehingga hanya indikator relevan yang dibobotkan sekaligus memperingan perbandingan berpasangan.

Kombinasi dua teknik *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) ini menghadirkan kerangka evaluasi terstruktur sehingga inefisiensi laten yang mengganggu stabilitas rantai pasok diantisipasi sejak dini [25]. Penelitian ini karenanya membahas cara memilih pemasok bahan baku *Rock Phosphate* terbaik berdasarkan kriteria *Green Supply Chain Management* di PT XYZ, dengan AHP untuk menetapkan bobot kriteria dan TOPSIS untuk memeringkat pemasok.

2. METODE

Penelitian ini memadukan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) yang banyak diterapkan pada permasalahan pengambilan keputusan rantai pasok [13]. Pengumpulan dan pengolahan data disusun dalam tiga tahap kuesioner berurutan berikut:

1. Seleksi Subkriteria (*Cut-Off Point*)
   Kuesioner tahap pertama disebar kepada tiga responden ahli untuk mengevaluasi daftar kriteria awal, lalu disaring dengan metode *Cut-Off Point*, yaitu penyaringan elemen permasalahan berdasarkan konsensus beberapa responden, guna mengeliminasi subkriteria yang kurang relevan. Ketiganya, Supervisor Produksi, Supervisor *Purchasing*, dan Supervisor PPIC, dipilih secara *purposive* karena terlibat langsung dalam produksi, pengadaan, serta perencanaan dan pengendalian persediaan bahan baku dengan pengalaman minimal tiga tahun, sehingga kompeten dan representatif menilai relevansi kriteria.
2. Pembobotan Kriteria dan Subkriteria (AHP)
   Data kuesioner tahap kedua diolah dengan metode AHP untuk menetapkan bobot kepentingan kriteria dan subkriteria. Matriks perbandingan berpasangan disusun guna mengukur hubungan antarelemen melalui *eigenvector*, lalu dihitung nilai eigen (*eigenvalue*), *Consistency Index* (CI), dan *Consistency Ratio* (CR). Pembobotan dinyatakan valid apabila $CR \leq 0.1$.
3. Perankingan Pemasok (TOPSIS)
   Survei tahap akhir memakai kuesioner skala Likert (1-4) untuk mengevaluasi kinerja pemasok. Data yang terkumpul dianalisis dengan metode TOPSIS yang mengintegrasikan bobot prioritas kriteria hasil AHP, sehingga alternatif pemasok bahan baku *Rock Phosphate* diperingkat menurut jarak terdekat ke solusi ideal positif dan jarak terjauh dari solusi ideal negatif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Cut-Off Point

Survei tahap pertama menyaring subkriteria awal yang disusun dari kajian literatur dan wawancara. Karena hasilnya melandasi tahap kedua dan ketiga, kuesioner diberikan kepada tiga praktisi, yaitu Supervisor Produksi, Supervisor *Purchasing*, dan Supervisor PPIC, yang menilai kepentingan setiap subkriteria pada skala 1–3. Metode *Cut-Off Point* lalu diterapkan pada rekapitulasi skor untuk mempertahankan hanya subkriteria yang disukai responden, mengikuti studi pemilihan yang sebanding [27], [28].

Tabel 1. Tingkat Kepentingan *Cut-Off Point*

Skala	Keterangan
1	Tidak Penting
2	Cukup Penting
3	Sangat Penting

Sumber: Gulo & Murni, 2023

Data survei tahap pertama diolah memakai metode *Natural Cut-Off Point* untuk menyaring dan mengeliminasi subkriteria dengan tingkat kepentingan rendah, yaitu yang nilai rata-ratanya berada di bawah ambang tersebut. Penerapannya pada aspek ekonomi yang mencakup lima kriteria diringkas sebagai berikut:

Tabel 2. *Cut-Off Point* untuk Aspek Ekonomi

No	Kode	Kriteria	Kode	Sub Kriteria	Responden			Rata-rata
					1	2	3	
1	E1	Kualitas	E11	Produk tanpa cacat	3	2	3	2,67
			E12	Konsistensi kualitas	3	3	3	3,00
			E13	Kesesuaian harga dengan kualitas produk	2	3	2	2,33
			Nilai *Natural Cut-Off Point*					2,67
			Sub Kriteria Terpilih					E11, E12
2	E2	Penetapan Harga	E21	Biaya pengiriman	2	3	2	2,33
			E22	Harga terjangkau	2	3	3	2,67
			E23	Diskon	1	3	1	1,67
			E24	Metode pembayaran	1	3	2	2,00
			Nilai *Natural Cut-Off Point*					2,17
			Sub Kriteria Terpilih					E21, E22
3	E3	Pengiriman	E31	Ketepatan jumlah pengiriman	3	2	3	2,67
			E32	Ketepatan waktu pengiriman	3	3	3	3,00
			E33	Jaminan kondisi barang	3	2	3	2,67
			E34	Transportasi yang memadai	2	2	2	2,00
			Nilai *Natural Cut-Off Point*					2,5
			Sub Kriteria Terpilih					E31, E32, E33
4	E4	Fleksibilitas	E41	Kemudahan pemesanan	2	3	3	2,67
			E42	Kemudahan melakukan perubahan pesanan	2	2	3	2,33
			E43	Penanganan pesanan mendesak	3	3	2	2,67
			Nilai *Natural Cut-Off Point*					2,5
			Sub Kriteria Terpilih					E41, E43
5	E5	Layanan	E51	Pembaruan status pesanan	2	2	3	2,33
			E52	Garansi	3	2	2	2,33
			E53	Lokasi geografis	1	2	2	1,67
			E54	Kemudahan pemasok untuk dihubungi	2	3	3	2,67
			Nilai *Natural Cut-Off Point*					2,17
			Sub Kriteria Terpilih					E51, E52, E54

Sumber: Data Riset, 2026

Sebagaimana tampak pada tabel, setiap subkriteria dipertahankan atau digugurkan dengan membandingkan skor rata-rata ketiga responden terhadap *Natural Cut-Off Point* kelompok kriterianya: lolos bila rata-ratanya mencapai atau melampaui ambang, dan dianggap kurang relevan bila berada di bawahnya. Logika ini sejalan dengan studi *green procurement* dan studi pemasok berbasis AHP yang memangkas indikator lemah sebelum pembobotan [21], [22]. Contoh perhitungan kriteria kualitas (E1) disajikan berikut [28]:

$$Natural\ Cut - Off\ Point = \left(\frac{\bar{x}_{max} + \bar{x}_{min}}{2}\right) \quad (1)$$

$$Natural\ Cut - Off\ Point = \left(\frac{3{,}00 + 2{,}33}{2}\right)$$
$$Natural\ Cut - Off\ Point = 2.67$$

Perhitungan pada kriteria kualitas menghasilkan nilai ambang (*Natural Cut-Off Point*) sebesar 2,67, sehingga subkriteria dengan rata-rata di bawahnya otomatis dieliminasi dari tahap berikutnya. Dengan demikian dua dari tiga subkriteria dinyatakan valid dan terpilih, yaitu E11 dan E12, sedangkan E13 tereliminasi karena skornya berada di bawah ambang minimum 2,67.

Tabel 3. *Cut-Off Point* untuk Aspek Lingkungan

No	Kode	Kriteria	Kode	Sub Kriteria	Responden			Rata-rata
					1	2	3	
1	L1	Manajemen Lingkungan	L11	AMDAL terkait lingkungan	3	3	2	2,67
			L12	Pemantauan berkelanjutan dan kepatuhan terhadap regulasi	2	3	3	2,67
			L13	Perencanaan dengan proses ramah lingkungan	3	2	3	2,67
			L14	Proses pengendalian internal	3	2	2	2,33
		Nilai *Natural Cut-Off Point*						2,5
		Sub Kriteria Terpilih						L11, L12, L13
2	L2	Kompetisi Hijau	L21	Penggunaan bahan yang baik untuk mengurangi dampak terhadap sumber daya alam	3	2	3	2,67
			L22	Proses pembuatan produk melalui green procurement dapat mengurangi dampak terhadap sumber daya manusia	2	3	3	2,67
			L23	Akuntabilitas	2	2	2	2,00
		Nilai *Natural Cut-Off Point*						2,33
		Sub Kriteria Terpilih						L21, L22
3	L3	Produk Hijau	L31	Daur ulang	2	3	3	2,67
			L32	Kemasan produk ramah lingkungan	3	3	3	3,00
			L33	Komponen biaya pembuangan produk	3	2	2	2,33
		Nilai *Natural Cut-Off Point*						2,67
		Sub Kriteria Terpilih						L31, L32
4	L4	Kemampuan Teknologi	L41	Tingkat kemampuan teknologi	3	2	3	2,67
			L42	Kapasitas dalam desain	2	2	3	2,33
			L43	Kemampuan menangani pencemaran lingkungan industri	3	3	3	3,00
		Nilai *Natural Cut-Off Point*						2.67
		Sub Kriteria Terpilih						L41, L43
5	L5	Prinsip Ramah Lingkungan	L51	Bersertifikat ISO: 14001	3	3	3	3,00
			L52	Jejak Karbon	2	1	2	1,67
			L53	Pengelolaan Limbah	3	2	3	2,67
		Nilai *Natural Cut-Off Point*						2,33
		Sub Kriteria Terpilih						L51, L53

Sumber: Data Riset, 2026

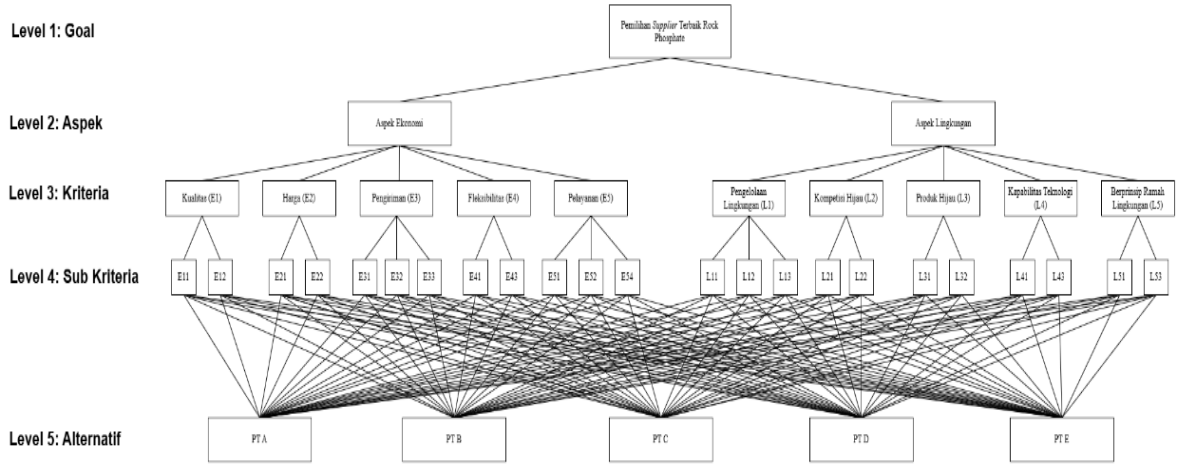
Aturan serupa berlaku pada aspek lingkungan: subkriteria dipertahankan apabila rata-rata ketiga responden sama dengan atau melampaui *Natural Cut-Off Point* kelompoknya, sementara indikator yang kurang relevan tersaring otomatis. Cara ini konsisten dengan penilaian GSCM yang menimbang atribut hijau dan konvensional pemasok secara bersamaan [17], [19]. Perhitungan terperinci kriteria manajemen lingkungan (L1) diuraikan berikut [28]:

$$Natural\ Cut - Off\ Point = \left(\frac{\bar{x}_{max} + \bar{x}_{min}}{2}\right) \quad (2)$$

$$Natural\ Cut - Off\ Point = \left(\frac{2{,}67 + 2{,}33}{2}\right)$$
$$Natural\ Cut - Off\ Point = 2{,}5$$

Perhitungan pada kriteria manajemen lingkungan menghasilkan nilai ambang (*Natural Cut-Off Point*) sebesar 2,5, sehingga subkriteria dengan skor rata-rata di bawahnya otomatis gugur dari analisis lanjutan. Tiga dari empat subkriteria dinyatakan valid dan terpilih, yaitu L11, L12, dan L13, sedangkan L14 tereliminasi karena berada di bawah ambang minimum 2,5.

Seluruh kriteria dan subkriteria yang lolos seleksi disusun ke dalam struktur hierarki keputusan yang menjadi landasan pengolahan kuesioner tahap kedua berbasis *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Tingginya kesepakatan para ahli terhadap indikator terpilih sekaligus menegaskan rasionalitas metode *Natural Cut-Off Point* sebagai tolok ukur penilaian pemasok. Model hierarki hasil seleksi ditampilkan pada gambar berikut:



Gambar 1. Model Struktur Hierarki
Sumber: Data Riset, 2026

Analytical Hierarchy Process (AHP)

Kriteria dan subkriteria hasil survei tahap pertama yang relevan dengan kondisi aktual perusahaan lalu dituangkan ke kuesioner perbandingan berpasangan berbasis *Analytical Hierarchy Process* (AHP), pendekatan yang banyak dipakai menilai kinerja pemasok [26]. Penilaian mengadopsi *Expert Judgment*, yakni pengisian oleh pihak berkompeten, Supervisor *Purchasing*, yang mengevaluasi kepentingan relatif antarkriteria dan subkriteria dalam memilih pemasok *Rock Phosphate*, untuk kemudian diolah menghitung *Consistency Ratio* (CR). Skala perbandingannya adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan AHP

Skala	Definisi
1	Sama penting
3	Sedikit lebih penting
5	Jelas lebih penting
7	Sangat jelas lebih penting
9	Mutlak lebih penting
2, 4, 6, 8	Keraguan di antara dua nilai yang berdekatan

Sumber: Data Riset, 2026

Skala tersebut mengkuantifikasi preferensi kualitatif responden menjadi bobot numerik: nilai ganjil (1, 3, 5, 7, dan 9) menyatakan intensitas kepentingan yang menentukan, dari setara hingga mutlak lebih penting, sedangkan nilai genap (2, 4, 6, dan 8) menjadi nilai tengah atau kompromi ketika muncul keraguan atau penilaian ahli berada di antara dua nilai ganjil yang berdekatan.

Tabel 5. Matriks Perbandingan Berpsangan Kriteria

Kriteria	E1	E2	E3	E4	E5	L1	L2	L3	L4	L5
E1	1	1/3	1/5	3	1/5	1/5	1/3	1	1/2	1/2
E2	3	1	1/3	2	1/5	1/3	1/3	3	1/3	1
E3	5	3	1	5	1/5	3	3	3	3	5
E4	1/3	1/2	1/5	1	1/5	1/3	1/3	3	1/3	1/3
E5	5	5	5	5	1	5	3	5	3	5
L1	5	3	1/3	3	1/5	1	1	3	1	3
L2	3	3	1/3	3	1/3	1	1	5	1	3
L3	1	1/3	1/3	1/3	1/5	1/3	1/5	1	1/5	1/3
L4	2	3	1/3	3	1/3	1	1	5	1	3
L5	2	1	1/5	3	1/5	1/3	1/3	3	1/3	1
Total	27,33	20,17	8,27	28,33	3,07	12,53	10,53	32,00	10,70	22,17

Sumber: Data Riset, 2026

Tabel 6. Hasil Normalisasi Data Kriteria

Kriteria	E1	E2	E3	E4	E5	L1	L2	L3	L4	L5	Bobot Prioritas
E1	0,037	0,017	0,024	0106	0,065	0,016	0,032	0,031	0,047	0,023	0,040
E2	0,110	0,050	0,040	0,071	0,065	0,027	0,032	0,094	0,031	0,045	0,056
E3	0,183	0,149	0,121	0,176	0,065	0,239	0,285	0,094	0,280	0,226	0,182
E4	0,012	0,025	0,024	0,035	0,065	0,027	0,032	0,094	0,031	0,015	0,036
E5	0,183	0,248	0,605	0,176	0,326	0,399	0,285	0,156	0,280	0,226	0,288
L1	0,183	0,149	0,040	0,106	0,065	0,080	0,095	0,094	0,093	0,135	0,104
L2	0,110	0,149	0,040	0,106	0,109	0,080	0,095	0,156	0,093	0,135	0,107
L3	0,037	0,017	0,040	0,012	0,065	0,027	0,019	0,031	0,019	0,015	0,028
L4	0,073	0,149	0,040	0,106	0,109	0,080	0,095	0,156	0,093	0,135	0,104
L5	0,073	0,050	0,024	0,106	0,065	0,027	0,032	0,094	0,031	0,045	0,055
Total	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Sumber: Data Riset, 2026

Setelah bobot prioritas diperoleh, langkah berikutnya adalah menghitung *lamda max* (*eigen value*) dengan mengalikan bobot prioritas dan jumlah matriks berpasangan AHP [29].

$$\sum \lambda max = (0{,}040 \times 27{,}33) + (0{,}056 \times 20{,}17) + (0{,}182 \times 8{,}27) + (0{,}036 \times 28{,}33) + (0{,}288 \times 3{,}07) + (0{,}104 \times 12{,}53) + (0{,}107 \times 10{,}53) + (0{,}028 \times 32{,}00) + (0{,}104 \times 10{,}70) + (0{,}055 \times 27{,}17)$$

$$\sum \lambda max = 11{,}282$$

Nilai *maximum lamda* tersebut kemudian dipakai untuk menghitung nilai *Consistency Index* (CI) sebagai berikut [29]:

$$\mathrm{CI} = \frac{\sum max - n}{n-1} \quad (3)$$

$$\mathrm{CI} = \frac{11{,}282 - 10}{10 - 1}$$
$$\mathrm{CI} = 0{,}1424$$

Perhitungan *Consistency Ratio* (CR) pada matriks kriteria utama adalah sebagai berikut [29]:

$$\mathrm{CR} = \frac{\mathrm{CI}}{\mathrm{RI}} \quad (4)$$
$$\mathrm{CR} = \frac{0{,}1424}{1{,}49}$$
$$\mathrm{CR} = 0{,}0956$$

Tabel 7. Hasil Perhitungan dengan Data Kriteria AHP

λmax	**RI**	**CI**	**CR**
11.282	1.49	0.1424	0.0956

Sumber: Data Riset, 2026

Berdasarkan uraian di atas, hasil pengolahan data menggunakan metode AHP terkait tingkat preferensi antarkriteria. Berdasarkan analisis matriks, diperoleh nilai sebesar 11.282 dan $\lambda_{\max}$*Consistency Index* (CI) sebesar 0,1424. Dengan mengacu pada *Random Index* (RI) sebesar 1,49 untuk matriks 10x10, perhitungan *Consistency Ratio* (CR) menghasilkan nilai sebesar 0,0956. Mengingat skor CR lebih kecil dari batas toleransi maksimum yang ditetapkan (CR $\leq$ 0,1), dapat disimpulkan bahwa seluruh penilaian perbandingan antarkriteria telah memenuhi standar konsistensi dan valid untuk diterima.

Setelah bobot prioritas kriteria dan subkriteria diperoleh, tahap berikutnya adalah menentukan bobot global, yang menyatakan tingkat kepentingan atau prioritas absolut setiap subkriteria terhadap tujuan evaluasi secara keseluruhan. Hasilnya adalah sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil Bobot Global Sub Kriteria

Kriteria	**Bobot Kriteria**	**Sub Kriteria**	**Bobot Sub Kriteria**	**Bobot Global**
E1	0,040	E11	0,17	0,0066
		E12	0,83	0,0330
E2	0,056	E21	0,25	0,0141
		E22	0,75	0,0423
E3	0,182	E31	0,25	0,0458
		E32	0,59	0,1071
		E33	0,16	0,0290
E4	0,036	E41	0,25	0,0090
		E43	0,75	0,0270
E5	0,288	E51	0,11	0,0332
		E52	0,48	0,1383
		E54	0,41	0,1169
L1	0,104	L11	0,63	0,0659
		L12	0,26	0,0271
		L13	0,11	0,0110
L2	0,107	L21	0,25	0,0268
		L22	0,75	0,0805
L3	0,028	L31	0,25	0,0070
		L32	0,75	0,0211
L4	0,104	L41	0,83	0,0864

Kriteria	Bobot Kriteria	Sub Kriteria	Bobot Sub Kriteria	Bobot Global
		L43	0,17	0,0173
L5	0,055	L51	0,88	0,0478
		L53	0,13	0,0068

Sumber: Data Riset, 2026

Bobot global pada tabel tersebut diperoleh dengan mengalikan bobot kriteria utama dan bobot subkriteria di bawahnya. Contoh perhitungan subkriteria E11 pada kriteria E1 adalah sebagai berikut [29]:

$$\text{Bobot Global E11} = 0{,}040 \times 0{,}17 = 0{,}0066$$

Bobot global E11 sebesar 0.0066 merupakan hasil perkalian bobot kriteria utama 0.040 dengan bobot subkriteria terkait 0.17. Prosedur matematis yang sama diterapkan pada seluruh indikator, dan bobot global akhir tersebut menjadi masukan bagi matriks keputusan TOPSIS untuk mengevaluasi serta memeringkat pemasok yang paling optimal.

TOPSIS

Setelah bobot prioritas kriteria dan subkriteria ditetapkan melalui *Analytical Hierarchy Process* (AHP), kinerja pemasok dievaluasi pada survei tahap ketiga dengan metode *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS). Instrumennya berupa kuesioner penilaian kinerja pemasok yang memerlukan bobot kriteria dan subkriteria sebelumnya serta data alternatif pemasok *Rock Phosphate*, dan diisi oleh Supervisor Pembelian.

Tabel 9. Data Pemasok

No.	Nama Pemasok	Kode Pemasok
1	PT A	P1
2	PT B	P2
3	PT C	P3
4	PT D	P4
5	PT E	P5

Sumber: Data Riset, 2026

Evaluasi kinerja pemasok dilakukan dengan menimbang kinerja masing-masing sub-kriteria. Pada tahap survei ketiga, penilaian menggunakan kuesioner dengan skala likert 1–4. Skala empat tingkat ini dipilih berdasarkan saran ahli untuk mengekang efek kecenderungan sentral, mengurangi keraguan responden dan mendorong penilaian yang lebih tegas.

Tabel 10. Skala Penilaian Kinerja Pemasok

Skor	Pernyataan
1	Sangat Buruk
2	Buruk
3	Baik
4	Sangat Baik

Sumber: Maghfiroh dkk, 2025

Tabel 11. Matriks Normalisasi Terbobot

No	Sub Kriteria	Pemasok				
		P1	P2	P3	P4	P5
1	E11	0,0027	0,0036	0,0018	0,0036	0,0027
2	E12	0,0090	0,0180	0,0135	0,0180	0,0135
3	E21	0,0069	0,0069	0,0069	0,0052	0,0052
4	E22	0,0208	0,0156	0,0208	0,0208	0,0156
5	E31	0,0179	0,0179	0,0238	0,0179	0,0238
6	E32	0,0469	0,0469	0,0625	0,0469	0,0312
7	E33	0,0143	0,0143	0,0107	0,0143	0,0107
8	E41	0,0049	0,0049	0,0037	0,0037	0,0024
9	E43	0,0133	0,0100	0,0133	0,0133	0,0100
10	E51	0,0129	0,0129	0,0173	0,0129	0,0173
11	E52	0,0701	0,0701	0,0468	0,0701	0,0468
12	E54	0,0432	0,0576	0,0576	0,0432	0,0576
13	L11	0,0269	0,0179	0,0359	0,0269	0,0359
14	L12	0,0125	0,0084	0,0084	0,0167	0,0125
15	L13	0,0043	0,0043	0,0058	0,0043	0,0058
16	L21	0,0117	0,0157	0,0078	0,0117	0,0117
17	L22	0,0243	0,0243	0,0485	0,0243	0,0485
18	L31	0,0035	0,0035	0,0026	0,0035	0,0026
19	L32	0,0110	0,0110	0,0082	0,0082	0,0082
20	L41	0,0370	0,0247	0,0494	0,0247	0,0494
21	L43	0,0067	0,0067	0,0090	0,0067	0,0090
22	L51	0,0235	0,0177	0,0235	0,0177	0,0235
23	L53	0,0031	0,0031	0,0031	0,0031	0,0031

Sumber: Data Riset, 2026

Dari nilai normalisasi terbobot tersebut ditentukan solusi ideal positif (A+), yaitu nilai maksimum normalisasi terbobot setiap kriteria, dan solusi ideal negatif (A-), yaitu nilai minimumnya.

Tabel 12. Nilai solusi ideal positif dan negatif

No	Sub Kriteria	Solusi Ideal	
		A+Max	***A-Min***
1	E11	0,0036	0,0018
2	E12	0,0180	0,0090
3	E21	0,0069	0,0052
4	E22	0,0208	0,0156
5	E31	0,0238	0,0179
6	E32	0,0625	0,0312
7	E33	0,0143	0,0107
8	E41	0,0049	0,0024
9	E43	0,0133	0,0100
10	E51	0,0173	0,0129
11	E52	0,0701	0,0468
12	E54	0,0576	0,0432
13	L11	0,0359	0,0179

No	Sub Kriteria	Solusi Ideal	
		A+Max	***A-Min***
14	L12	0,0167	0,0084
15	L13	0,0058	0,0043
16	L21	0,0157	0,0078
17	L22	0,0485	0,0243
18	L31	0,0035	0,0026
19	L32	0,0110	0,0082
20	L41	0,0494	0,0247
21	L43	0,0090	0,0067
22	L51	0,0235	0,0177
23	L53	0,0031	0,0031

Sumber: Data Riset, 2026

Langkah selanjutnya adalah menghitung jarak solusi ideal positif (Da+) dan jarak solusi ideal negatif (Da-) sebagai berikut:

Tabel 13. Jaral solusi ideal positif dan negatif

Supplier	***DA+***	***DA-***
P1	0,03806045	0,03405208
P2	0,04435804	0,03425074
P3	0,02690242	0,05349218
P4	0,04304570	0,03306632
P5	0,04054903	0,04332092

Sumber: Data Riset, 2026

Nilai koefisien kedekatan pemasok kemudian dihitung sebagai berikut:

Tabel 14. *Ideal Solution Coefficient Results*

Pemasok	Vi
P1	0,47220751
P2	0,43571136
P3	0,66537030
P4	0,43444281
P5	0,51652489

Sumber: Data Riset, 2026

Hasil akhir perhitungan TOPSIS disajikan sebagai nilai preferensi (Vi) atau koefisien solusi ideal yang mencerminkan kedekatan relatif tiap alternatif dengan kondisi ideal, konsisten dengan pemeringkatan pemasok AHP-TOPSIS pada studi lain [24]. Semakin mendekati 1, semakin optimal alternatif tersebut. Berdasarkan tabel, P3 menempati urutan pertama dengan nilai preferensi tertinggi 0,66537030, diikuti P5 (0,51652489), P1 (0,47220751), P2 (0,43571136), dan P4 (0,43444281), yakni urutan prioritas pemilihan pemasok dari koefisien terbesar hingga terkecil.

3. KESIMPULAN

Metode *Cut-Off Point* pada survei tahap pertama memvalidasi kriteria evaluasi yang sesuai kondisi perusahaan dan menghasilkan 10 kriteria serta 23 subkriteria relevan dari dimensi ekonomi dan lingkungan. Pembobotan kepentingan lalu diukur dengan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) melalui kuesioner perbandingan berpasangan (skala 1-9) yang diisi seorang ahli, Supervisor Pembelian, dengan *Consistency Ratio* (CR) ≤ 0,1 yang mengonfirmasi validitas dan konsistensi penilaian. *Output* bobot globalnya menjadi parameter pengganda pada

analisis lanjutan.

Pada tahap akhir, metode *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) memeringkat pemasok berdasarkan koefisien jaraknya dari solusi ideal. Nilai preferensi tertinggi dicapai PT C (P3) 0,6653, disusul PT Hanampi E (P5) 0,5165, PT A (P1) 0,4722, PT B (P2) 0,4357, dan PT D (P4) 0,4344. Keunggulan PT C ditopang pencapaian nilai maksimal pada aspek ekonomi, khususnya pengiriman tepat waktu (E32) dan kemudahan komunikasi (E54), serta pada aspek lingkungan berupa kepemilikan AMDAL (L11), penerapan *green procurement* (L22), dan tingkat kapabilitas teknologi (L41). Perusahaan direkomendasikan mempertahankan kemitraan dengan PT C guna memastikan kualitas produk, dan mempertimbangkan pemasok alternatif lain sesuai urutan peringkat dengan tetap memprioritaskan kriteria keberlanjutan. Kontribusi utama penelitian ini adalah model pemilihan pemasok berbasis *Green Supply Chain Management* yang mengintegrasikan *Cut-Off Point*, AHP, dan TOPSIS, sehingga memperkaya pengembangan model evaluasi pemasok yang tidak hanya berorientasi pada aspek ekonomi tetapi juga dimensi keberlanjutan lingkungan.

REFERENSI

[1] Yuneta, T. O., Aprian, F. N., & Sinaga, S. (2024). Priority analysis of *supplier selection* for raw material purchases using the TOPSIS method in UD. XYZ. *Trinistic Journal, 3*(1), 32–38.

[2] Noercahyadi, D. A., Ma'ruf, & Larasati, W. A. (2025). The application of the AHP and TOPSIS methods for *supplier* selection at PT. Kodja Bahari Dock & Shipping (Persero) Jakarta Shipyard II. *Logistics, 18*(2), 291–305.

[3] Amrillah, M. T., & Kirono, I. (2024). Implementation of *supplier* selection using the AHP (*Analytical Hierarchy Process*) method at PT Surya Alam Tunggal. *Balance Sheet: Journal of Economics, Management and Accounting, 2*(3), 240–249.

[4] Ramadhan, A., Supatman, & Tupan, J. M. (2022). Supplier selection decision support system at PT. Avo *Innovation Technology with the Simple Additive Weighting* (SAW) method. *Journal of Business Information Technology and Systems, 4*(2), 256-267.

[5] Agustiana, E., & Elvania, N. C. (2024). Analysis of the application of ISO 14001:2015 (environmental management system) in industry "X". *Journal of Sustainable Development, 7*(1), 89–96.

[6] Tronnebati, I., Answer, F., Frichi, Y., & Arif, J. (2024). Green Supplier Selection Using Fuzzy AHP, Fuzzy TOSIS, and Fuzzy WASPAS: A Case Study of the Moroccan Automotive Industry. *Sustainability*, *16*(11), 4580.

[7] Wimalasena, S., Turskis, Z., & Šliogerienė, J. (2025). AHP-TOPSIS *fuzzy hybrid* approach to green supplier selection: A case study in Sri Lanka. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, *33*(4), 415–427.

[8] Nurfahrizal, D., & Suseno, S. (2023). Selection of *suppliers* using the AHP and TOPSIS methods at PT XYZ. *Scientific Journal of Mechanical, Electrical and Computer Engineering*, 3(1), 74–86.

[9] Fatih, M. D., Pariyadi, Rachmawati, A., & Anzani, Y. (2025). Decision support system for the selection of strategic raw material vendors using *the analytical hierarchy process* (AHP) and TOPSIS methods. *Academic Journal, 18*(1), 15–28.

[10] Rusli, U. (2025). A systematic literature review: The role of Supply Chain Management (SCM) in enhancing operational performance. Indonesian Interdisciplinary Journal of Sharia Economics (IIJSE), 8(1), 1076–1090.

[11] Khedr, A. M., & Rani, S. (2024). Enhancing supply chain management with deep learning and machine learning techniques: A review. Journal of Industrial Information Integration, 27, Article 100379.

[12] Yusuf, A. M., & Soediantono, D. (2022). Supply chain management and recommendations for implementation in the defense industry: A literature review. International Journal of Social and Management Studies (IJOSMAS), 3(3), 63–81.
[13] Lufika, R. D., Sekarningtyas, H., Abidin, Z., Sofyan, H., & Sari, P. N. (2022). Supply chain management. Widina Media Utama.
[14] Anastasia, P., Tarigan, Z. J. H., Siagian, H., Basana, S. R., & Mohd, T. (2024). Assessing the role of green supply chain management on operational performance: Mediating role of information technology infrastructure, internal and external integration. Uncertain Supply Chain Management, 12(4), 2227–2244.
[15] Ermawati, E., Budiyanto, & Suwitho. (2024). The effects of internal driver, external pressure and green entrepreneurial orientation (GEO) on green supply chain management (GSCM) performance. Uncertain Supply Chain Management, 12(2), 633–648.
[16] Suhery, S., Linda, M. R., Ravelby, T. A., Yonita, R., Suwandhani, D., Susanti, R., & Pulungan, F. M. (2024). Analysis of green supply chain management implementation on company performance in culinary bread SMEs in Padang City. Jurnal Ekonomi dan Bisnis Dharma Andalas, 26(2), 389–404.
[17] Abuzaid, A. N., Alateeq, M. M., Madadha, S.-M. M., Al Sharari, F. E. A. D., & Alsbou, M. K. (2024). The effect of suppliers' green and traditional selection criteria in supply chain management on purchasing firms' performance. Sustainability, 16(15), Article 6276.
[18] Emilia, & Supangkat, H. K. (2022). Design of a green supply chain management system at PT Bintang Toedjoe. JGG–Jurnal Green Growth dan Manajemen Lingkungan, 11(2), 98–111.
[19] Maghfiroh, M., Ernawati, D., & Rahmawati, N. (2025). Risk analysis and mitigation in green supply chain management by integrating the House of Risk and fuzzy logic methods at PT XYZ. JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri, 12(1), 1–12.
[20] Bunga, H., & Wahyudi, W. (2025). Design of an environmentally friendly supplier selection decision support system model using AHP-TOPSIS. Jurnal Ilmiah Sistem Informasi (JUSI), 4(1), 86–99.
[21] Rahim, A., Marsusvita, A., & Sari, S. (2023). Apple supplier selection based on green procurement using the AHP method (Case study: Malang Strudel Store). AGRIBIOS: Jurnal Ilmiah, 21(1), 93–102.
[22] Munawarah, Z., Zakaria, M., & Bakhtiar. (2023). Soybean supplier selection using the AHP (Analytical Hierarchy Process) method at UD. PQRS. Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Bisnis, 4(2), 256–267.
[23] Arifin, M. M., & Vikaliana, R. (2024). Analysis of spare part supplier selection using the AHP and TOPSIS methods at a forwarding company. Journal of Civil Litigation Unbari, 9(1), 20–31.
[24] Ryadna, D., Setiawati, T., & Mulyasari, D. (2025). Supplier selection for the R2N Collection doll-craft SME using the AHP and TOPSIS methods. SISTEMIK: Jurnal Ilmiah Nasional Bidang Ilmu Teknik, 13(2), 184–194.
[25] Hakim, A. N., & Setiawan, D. (2025). Multi-criteria decision making (MCDM) analysis in vendor selection decisions using the analytical hierarchy process (AHP) method. QOMARUNA Journal of Multidisciplinary Studies, 2(2), 10–21.
[26] Yulianto, D., & Padmakusumah, R. R. (2025). Evaluation of supplier performance using the analytical hierarchy process (AHP) method. Jurnal Ekonomi dan Bisnis, 14(1), 141–164.
[27] Gulo, A. K., & Murni, D. (2023). Decision analysis using the cut-off point and fuzzy simple additive weighting methods in determining the best laptop type. Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika, 4(3), 1577–1587.

[28] Siagian, R. R. C., Napitupulu, N., Gultom, P., & Syahputra, M. R. (2023). Application of the cut-off point, fuzzy, and TOPSIS methods in determining the best smartphone. MES: Journal of Mathematics Education and Science, 9(1), 57–66.

[29] Marpaung, D. O. P., & Nababan, E. S. M. (2022). Analisis pengambilan keputusan terhadap pemilihan portofolio saham terbaik menggunakan metode *fuzzy analytical hierarchy process* dan *fuzzy TOPSIS*. *Majalah Ilmiah Matematika dan Statistika*, *22*(2), 196–210.