Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual
Vol. 10, No. 3, August 2025 pp. 723-735
E-ISSN: 2541-4224, P-ISSN: 2541-4216
DOI: http://dx.doi.org/10.28926/briliant.v10i3.1912

Evaluasi Pemilihan *Sustainable Supplier* Dolomit Dengan Metode FAHP dan TOPSIS Di PT. Petrokimia Gresik

Wira Yudha Nuswantoro[(1)], Dira Ernawati[(2)], Isna Nugraha[(3)]

Fakultas Teknik UPN "Veteran" Jawa Timur
Jl.Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya, Indonesia

Email: [1]wirayudha.yoe@gmail.com, [2]dira.ti@upnjatim.ac.id,
[3]isna.nugraha.ti@upnjatim.ac.id

Tersedia Online di
http://www.jurnal.unublitar.ac.id/index.php/briliant

Sejarah Artikel
Diterima 23 Juni 2024
Direvisi 19 September 2024
Disetujui 20 Agustus 2025
Dipublikasikan 20 Agustus 2025

Keywords:
Cut-off point, Evaluation, FAHP, Sustainable, TOPSIS

***Abstract**: PT. Petrokimia Gresik, the most comprehensive fertilizer agro-industry company in Indonesia, produces a product called Filler Plus, which requires dolomite as a raw material. Amid pressure from the government, especially on environmental issues, companies are creating production strategies that are environmentally friendly but also prioritize economic factors (economic profits) and the impact on the social environment. One of these strategies can be done by selecting the right supplier. This research evaluates supplier performance based on sustainable aspects (economic, environmental, social) using the cut-off point method for selecting sub-criteria, FAHP for weighting sub-criteria, and TOPSIS for ranking suppliers based on predetermined sub-criteria. This study uses qualitative and quantitative approaches. The research results show that supplier S2 is ranked highest with a coefficient value of 0.826, followed by S3 (0.442), S4 (0.357), and S1 (0.256). This study can serve as a basis for strategic decision-making in selecting sustainable dolomite suppliers by considering the most relevant criteria and sub-criteria.*

Kata Kunci:
Berkelanjutan, Cut-off point, Evaluasi, FAHP, TOPSIS

***Corresponding Author*:**
Name:
Wira Yudha Nuswantoro
Email:
wirayudha.yoe@gmail.com

Abstrak: PT. Petrokimia Gresik, perusahaan agroindustri pupuk terlengkap di Indonesia, menghasilkan produk bernama Filler Plus, yang membutuhkan dolomit sebagai bahan baku. Ditengah tekanan dari pemerintah khususnya pada permasalahan lingkungan membuat perusahaan untuk membuat strategi produksi yang ramah lingkungan tetapi juga mengedepankan faktor ekonomi (keuntungan ekonomi) dan bagaimana dampaknya terhadap lingkungan sosial. Salah satu strategi ini dapat dilakukan dengan menyeleksi *supplier* yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja supplier berdasarkan aspek-aspek *sustainable* (ekonomi, lingkungan, sosial) menggunakan metode *cut off point* untuk pemilihan sub kriteria, FAHP untuk pemberian bobot sub kriteria, dan TOPSIS untuk pemeringkatan *supplier* berdasarkan sub kriteria yang telah ditentukan. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *supplier* S2 menduduki peringkat tertinggi dengan nilai koefisien 0,826, diikuti oleh S3 (0,442), S4 (0,357), dan S1 (0,256). penelitian ini dapat menjadi dasar pengambilan keputusan strategis dalam pemilihan supplier dolomit yang berkelanjutan dengan mempertimbangkan aspek kriteria dan sub kriteria yang paling relevan.

PENDAHULUAN

Dalam era perkembangan dunia yang sangat pesat ini, bisnis industri dan proses manufaktur menjadi salah satu kunci pertumbuhan ekonomi. Persaingan industri menjadi suatu fenomena yang tidak terhindarkan. Keberhasilan perusahaan ditentukan pada respon cepat

terhadap kebutuhan konsumen. Dengan semakin banyaknya populasi di suatu negara, maka akan semakin banyak pula kebutuhan akan suatu produk. Menurut Badan Pusat Statistik, 2023, populasi masyarakat Indonesia semakin bertumbuh dari tahun 2019 sebelum terjadinya pandemi. Pada tahun 2023 terjadi kenaikan penduduk sebesar 4,45% dibandingkan tahun 2019.

Kenaikan populasi ini merupakan sebuah peluang bagi industri untuk meningkatkan produksi karena pertumbuhan penduduk selaras dengan peningkatan kebutuhan yang akan berakibat pada pertumbuhan ekonomi (Azulaidin, 2021; Wahab, 2022). Meskipun demikian, pertumbuhan ini menimbulkan permasalahan terhadap lingkungan dan masyarakat, seperti polusi dan penggundulan hutan. Secara signifikan, luas hutan di Indonesia telah menurun, di mana pada tahun 2022 Indonesia mengalami penurunan luas hutan mencapai 120.471.864,69 Ha dari yang sebelumnya sebesar 121.852.186,19 Ha pada tahun 2021 (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2024). Saat ini sangat penting bagi pelaku industri terutama manufaktur untuk menerapkan produksi yang bersih.

PT Petrokimia Gresik, anak usaha PT Pupuk Indonesia sejak 1964, merupakan perusahaan manufaktur pupuk dan turunannya. Salah satu produknya adalah Filler Plus yang menggunakan dolomit sebagai bahan baku. Departemen PPBJ bertanggung jawab atas pengadaan bahan baku dari enam supplier dolomit untuk memastikan produksi lancar. Kontribusi sustainable pada supplier sangat penting untuk sistem rantai pasok bersih, efisien, dan menghasilkan laba tinggi, serta mendukung tujuan pemerintah dalam mereduksi polusi.

Fokus pemerintah pada permasalahan lingkungan khususnya isu *climate change* (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2023), menjadi tantangan bagi perusahaan dalam menilai dampak lingkungan di level *supplier*. *Sustainable* menjadi trend di industri global. Sekitar lebih dari 55% dari 200 perusahaan global dunia berkomitmen investasi *sustainable* pada perusahaan (Kompas.id, 2023). Fakta perubahan iklim yang mengkhawatirkan dan tantangan yang dihadapi dunia usaha yang semakin berat telah menarik perhatian banyak pihak. Peningkatan suhu global dan permukaan laut, beserta frekuensi kejadian cuaca ekstrem dan pergeseran wilayah pertanian, mengancam untuk memicu berbagai dampak yang signifikan, seperti perpindahan penduduk, gangguan dalam rantai pasokan, kelangkaan bahan mentah, dan fluktuasi harga yang tidak stabil bagi pelaku bisnis (Duke University, 2019). Namun, kesadaran akan krisis yang semakin nyata ini telah menjadi lebih umum. Menurut Global CEO Outlook KPMG (2019), lebih dari tiga perempat dari CEO (76%) percaya bahwa pertumbuhan organisasi mereka akan sangat bergantung pada kemampuan mereka untuk mengatasi transisi ke ekonomi rendah karbon dan teknologi yang ramah lingkungan (Westerman, Rao, Vanka, & Gupta, 2020). Ada banyak perusahaan yang telah berkomitmen pada diri mereka sendiri dan pemasoknya untuk mengimplementasi *sustainable*, dengan mengejar *Triple-Bottom Line*.

Kesadaran tentang *sustainable* muncul karena kekhawatiran akan penurunan sumber daya alam bagi generasi mendatang. Keberlanjutan mengacu pada kemampuan untuk menjaga suatu proses atau kondisi pada tingkat tertentu yang dapat bertahan dalam jangka waktu yang panjang (Nugraha, Hisjam, & Sutopo, 2019). *Sustainable* tidak hanya memperhatikan lingkungan hidup, tetapi juga mempertimbangkan dimensi sosial dan ekonomi. Pembangunan *sustainable* bertujuan untuk mencapai manfaat ekonomi jangka panjang tanpa menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, masyarakat, dan budaya. Penggabungan dan harmonisasi ketiga dimensi ini diyakini dapat menjamin kemakmuran dan pertumbuhan dunia dalam jangka panjang (Rausch-Phan & Siegfried, 2022).

Triple bottom line terdiri dari tiga P – *People*, *Planet*, *Profit* – yang menyiratkan mengukur keberhasilan perusahaan pada tiga parameter, yaitu kemakmuran ekonomi, kualitas lingkungan, dan keadilan sosial (Elkington, 1998). TBL pada dasarnya menangkap persimpangan antara ketiga pilar, yaitu kinerja ekonomi, sosial dan lingkungan (Carter & Rogers, 2008). Dampak ekonomi diartikan sebagai perubahan dalam pendapatan dan pengeluaran masyarakat, serta penciptaan lapangan kerja yang terjadi sebagai hasil dari suatu kejadian (Singh, Shalender, & Su, 2020), dimensi lingkungan berkonsentrasi pada mengurangi dampak negatif terhadap

lingkungan, dan dimensi sosial dalam TBL menyoroti nilai-nilai manfaat yang diberikan oleh perusahaan kepada masyarakat (Rausch-Phan & Siegfried, 2022).

PT. Petrokimia Gresik menghadapi tantangan dalam memilih pemasok yang berkelanjutan. Selama ini perusahaan belum memprioritaskan keberlanjutan dalam memilih pemasoknya. Namun, untuk memastikan pasokan produksi tetap lancar, dibutuhkan pemasok yang dapat dipercaya untuk memenuhi kebutuhan kapan pun diperlukan. Oleh karena itu, evaluasi pemasok diperlukan untuk meningkatkan efisiensi rantai pasok yang berkelanjutan. Permasalahan tentunya tentunya akan memunculkan berbagai pilihan keputusan berdasarkan banyaknya pertimbangan sehingga diperlukan metode Multi Criteria Decision Making (MCDM) dengan *tools Fuzzy* AHP dan TOPSIS untuk dapat memecahkannya. MCDM merupakan pendekatan atau metode dalam pengambilan keputusan berdasarkan alternatif/opsi solusi dari multi kriteria. *Fuzzy* AHP menggabungkan metode AHP dengan *fuzzy*. Secara prinsip, AHP dirancang untuk secara rasional menangkap persepsi individu yang terlibat secara mendalam dalam suatu masalah tertentu melalui prosedur yang dirancang untuk mencapai preferensi di antara berbagai pilihan yang tersedia (Joumil Aidil SZS dan Isna Nugraha, 2021). Pada pendekatan *fuzzy* menggunakan *triangular fuzzy number* (TFN) dalam skala perbandingan berpasangan. Metode ini digunakan struktur yang berhirarki untuk mengorganisir informasi dari kriteria umum hingga yang spesifik. Selain itu, validitas kriteria dan alternatif yang dipilih harus dipertimbangkan dengan toleransi terhadap inkonsistensi. Terakhir, penting juga untuk mempertimbangkan daya tahan hasil analisis terhadap perubahan parameter untuk keputusan yang lebih andal (Joko Syahputra & Alex Rikki, 2021).

TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) merupakan konsep pemilihan alternatif terbaik bukan hanya yang memiliki jarak terkecil dari solusi ideal yang didapatkan, tetapi juga memiliki jarak terbesar dari solusi ideal negatif (Rozi, Santoso, & Furqon, 2019). Penggunaan metode AHP dengan sejumlah besar kriteria dan alternatif tidak efektif. Oleh karena itu, perlu dilakukan penggabungan metode lain dengan metode AHP untuk mendapatkan hasil yang lebih (Megafani, Irawan, & Zahro, 2021). Menggunakan gabungan dua metode, yaitu metode AHP dan TOPSIS dapat menunjukkan hasil yang lebih akurat untuk dapat menyelesaikan beberapa permasalahan terkait rekomendasi keputusan dengan berbagai macam kriteria (Rozi dkk., 2019). Hal tersebut dibuktikan pada penelitian oleh (Yudhistira & Dahlia, 2019), diketahui penggabungan metode AHP dengan TOPSIS dapat mendapatkan hasil dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka akan didapatkan hasil evaluasi urutan *supplier* bahan baku dolomit terbaik berdasarkan prinsip *sustainable* sehingga dapat mengetahui pemborosan yang membuat rantai pasok tidak berjalan dengan bersih. Selain itu penelitian ini dapat menjadi dasar dari pemilihan *supplier* dalam mewujudkan sustainable supply chain di PT. Petrokimia Gresik dengan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP) dan TOPSIS. Tentunya penerapan Sustainable Supply chain terutama di level *supplier* akan menjadi strategi bisnis untuk meningkatkan keunggulan bersaing.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Pendekatan kualitatif digunakan untuk mengumpulkan data dari tiga tahap survei menggunakan tiga jenis kuesioner yang berbeda namun terkait satu sama lain, serta untuk mengumpulkan data mengenai kriteria dan subkriteria dari tiga aspek *sustainable* yaitu ekonomi, lingkungan, dan sosial melalui tinjauan literatur. Kriteria dan subkriteria yang terkumpul akan dievaluasi sesuai dengan kondisi nyata pada perusahaan melalui kuesioner survei pertama yang melibatkan empat responden perusahaan.

Pendekatan kuantitatif digunakan dalam pengolahan data survey kedua dan ketiga. Survey kedua adalah survey untuk penentuan tingkat kepentingan kriteria dan sub kriteria dengan kuesioner perbandingan berpasangan yang melibatkan seorang responden. Kuesioner tersebut menggunakan skala AHP dalam penentuan tingkat kepentingan. Hasil pengumpulan data responden akan dilakukan pengolahan dengan metode Fuzzy-AHP. Pendekatan dengan metode

tersebut dapat mengurangi subjektifitas dari pengolahan dengan hanya menggunakan metode AHP (Ishak & Wanli, 2020). Hasil dari dari Fuzzy-AHP adalah bobot sub kriteria yang menjadi dasar pengolahan tahapan selanjutnya.

Tahap ketiga dengan survey ketiga digunakan untuk penentuan tingkat kinerja *supplier* terhadap sub kriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Skala yang digunakan pada kuesioner survey ketiga ini adalah skala likert 1-4. Skala tersebut merupakan bentuk modifikasi dari skala likert umum (skala 1-5) untuk menghilangkan kelemahan berupa efek ragu-ragu (*central tendency effect*) dalam menjawab suatu pertanyaan (setuju atau tidak setuju) (Hadi, 2003). Metode yang dipakai dalam pengolahan data survey ketiga adalag metode TOPSIS. Metode TOPSIS adalah metode yang digunakan untuk membantu mengambil keputusan dengan melibatkan multikriteria dan banyak alternatif pilihan. Penggunaan metode TOPSIS ini hanya dapat diimplementasikan untuk kriteria yang bobotnya sudah diketahui atau dihitung sebelumnya (Sihite & Suhendar, 2021). Penggunaan metode TOPSIS akan menghasilkan peringkat alternatif *supplier* dengan penerapan konsep *sustainable* terbaik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Kriteria dan Sub Kriteria *Sustainable Supplier*

Proses penentuan dilakukan dengan penyebaran kuesioner kepada 4 responden. Pengumpulan data kriteria ini berdasarkan 3 aspek *triple bottom line sustainable* yaitu aspek ekonomi, aspek lingkungan, dan aspek sosial. Setiap aspek memiliki kriteria dan sub-kriteria masing-masing. Data kuesioner tersebut kemudian akan dilakukan pengolahan dengan menggunakan metode *cut off point*.

Cut off point (COP) adalah suatu metode yang digunakan dalam melakukan pemilihan terhadap pemakaian suatu kriteria yang dipertimbangkan pada permasalahan pengambilan keputusan (Gulo & Murni, 2023). *Cut off point* memiliki 3 kelompok penilaian yang mana apabila suatu elemen dinyatakan sangat penting (*very important*) maka elemen tersebut diberi nilai 3, cukup penting (*somwhat important*) diberi nilai 2, dan tidak penting (*not important*) diberi nilai 1 (Megafani dkk., 2021; Regita Cahyani Siagian & Napitupulu, 2023). Nilai *cut off point* diperoleh dengan mengakumulasikan nilai yang paling tinggi dan nilai yang paling rendah pada setiap kriteria dan dibagi dengan 2. Berikut merupakan hasil perolehan sub kriteria yang terpilih dari hasil kuesioner dengan menggunakan metode *cut off point*:

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pengolahan Survey Ke-1 Pendekatan *Cut Off Point*

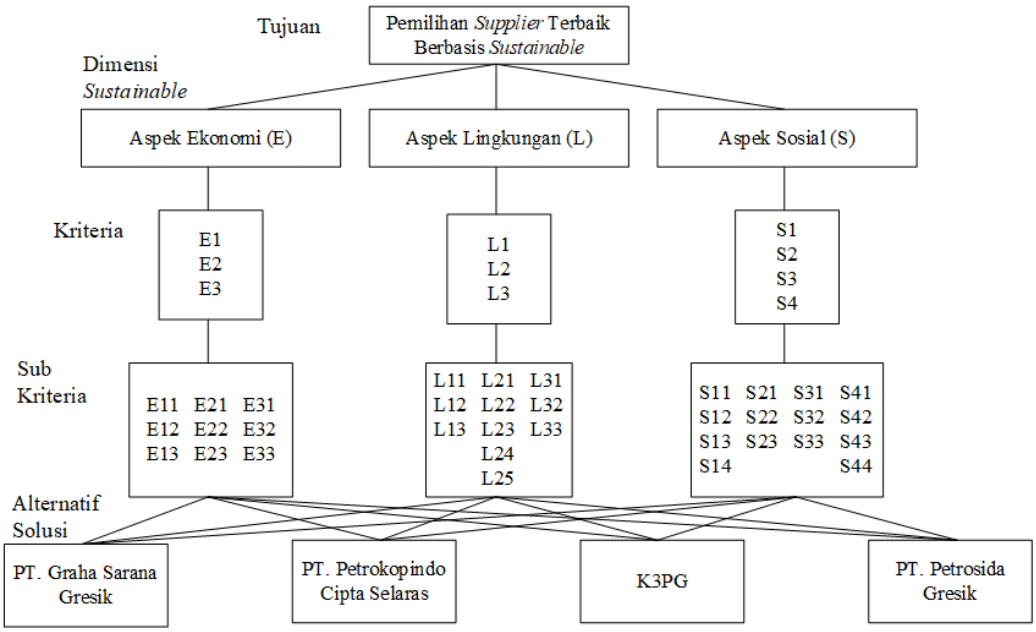
No	Kode Kriteria	Kriteria	Kode Sub-kriteria	Sub-Kriteria
			ASPEK EKONOMI	
1	E1	Biaya	E11	Harga produk
			E12	Biaya pengiriman
			E13	Kebijakan pembayaran
2	E2	Kualitas	E21	Produksi dan logistik
			E22	Kualitas berbasis ISO
			E23	Total Quality Management (TQM)
3	E3	Performansi Layanan	E31	Jadwal pengiriman
			E32	Layanan *after sales*
			E33	Ketepatan waktu mengatasi komplain
			ASPEK LINGKUNGAN	
1	L1	Sistem manajemen lingkungan	L11	Sertifikasi ISO-14001
			L12	Rencana perlindungan lingkungan
			L13	Kebijakan perlindungan lingkungan
2	L2	Sistem manufaktur ramah lingkungan	L21	Polusi produksi
			L22	Limbah air
			L23	Penyimpanan material

No	Kode Kriteria	Kriteria	Kode Sub-kriteria	Sub-Kriteria
			L24	Management penyimpanan
			L25	Penggunaan moda tranportasi *modern* yang efisien
3	L3	Kompetensi ramah lingkungan	L31	Menggunakan material ramah lingkungan
			L32	Kemasan ramah lingkungan
			L33	Responsif
		ASPEK SOSIAL		
1	S1	Kesehatan dan keselamatan	S11	Standar OHSAS 18001/ ISO 45001:2018
			S12	Standar kondisi kesehatan dan keselamatan kerja
			S13	Praktik kesehatan dan keselamatan kerja
			S14	Insiden kesehatan dan keselamatan kerja
2	S2	Praktik karyawan	S21	Stabilitas pekerjaan
			S22	Waktu standar pekerjaan
			S23	Pengaturan kerja yang fleksibel
3	S3	Dinamika populasi	S31	Pemerataan pendapatan
			S32	Kesempatan karyawan
			S33	Kesetaraan gender pada posisi pekerjaan
4	S4	Pendidikan & kemampuan	S41	Tingkat pendidikan pekerja
			S42	Tingkat partisipasi terhadap kursus keahlian
			S43	Tingkat partisipasi terhadap kursus pengembangan diri

Perbandingan Berpasangan Tingkat Kepentingan menggunakan Metode FAHP

Analytical Hierarchy Process (AHP) pertama kali dikembangkan oleh Thomas L. Saaty, seorang ahli matematika yang berasal dari Universitas Pittsburgh Amerika Serikat pada tahun 1970-an. Pada dasarnya, proses pengambilan keputusan adalah memilih suatu alternatif. Pemanfaatan teknik AHP secara bijaksana menerapkan metodologi numerik yang kompleks namun bergantung pada metodologi subjektif yang dapat diakui oleh semua mitra (Ramadhan, Wisnubroto, & Simanjuntak, 2021). Menurut (Joko Syahputra & Alex Rikki, 2021) AHP memiliki kelebihan diantaranya seperti memiliki struktur yang berhirarki dari kiteria hingga sub kriteria yang paling dalam, terdapat uji konsistensi dari berbagai kriteria yang dipilih oleh responden. Sedangkan ada beberapa kekurangan dari metode AHP seperti adanya ketergantungan pada input utama yang dapat mempengaruhi hasil akhir serta hanya memperhitungkan aspek matematis dalam pengambilan keputusan (Tri Susilo & Sunardi, 2020)

Hasil dari kriteria dan subkriteria sesuai dengan pilihan keempat responden kemudian dimasukkan kedalam susunan hierarki yang berurutan untuk mempermudah penyelesaian pengolahan tahap selanjutnya pada kuesioner kedua metode FAHP. Pada kuesioner pertama ini menunjukkan bahwa pengecualian alami dari kriteria dan sub kriteria masuk akal untuk skala klasifikasi, karena rata - rata semua responden menerima penggunaan kriteria dan sub kriteria untuk mengevaluasi kinerja pemasok. Struktur hierarki yang berurutan disajikan pada gambar berikut:



Gambar 2. Struktur Hierarki AHP

Setelah dilakukan pembuatan struktur hierarki, langkah selanjutnya adalah pembuatan matriks perbandingan berpasangan. Pembuatan matriks perbandingan berpasangan dilakukan pada kriteria dan sub kriteria. Hal tersebut ditujukan untuk mengetahui konsistensi responden dalam memilih tingkat kepentingan . Pemilihan tingkat kepentingan dilakukan menggunakan skala perbandingan 1-9 (Saaty, 1990). Berikut ini dicontohkan matriks perbandingan berpasangan pada kriteria.

Tabel 2. Contoh Matriks Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria

Kriteria	E1	E2	E3	L1	L2	L3	S1	S2	S3	S4
E1	**1**	1	2	7	5	4	3	5	7	4
E2	1	**1**	3	4	6	1/2	3	5	9	5
E3	1/2	1/3	**1**	3	3	5	2	4	9	1
L1	1/7	1/4	1/3	**1**	1	1	1/4	1	3	1/3
L2	1/5	1/6	1/3	1	**1**	1/3	1/2	1	2	1/2
L3	1/4	2	1/5	1	3	**1**	2	4	8	4
S1	1/3	1/3	1/2	4	2	1/2	**1**	2	7	2
S2	1/5	1/5	1/4	1	1	1/4	1/2	**1**	2	1/2
S3	1/7	1/9	1/9	1/3	1/2	1/8	1/7	0,5	**1**	1/5
S4	1/4	1/5	1	3	2	1/4	1/2	2	5	**1**
Jumlah	**4,02**	**5,59**	**8,73**	**25,33**	**24,50**	**12,96**	**12,89**	**25,50**	**53,00**	**18,53**

Dari matriks perbandingan berpasangan tersebut, kemudian akan diolah menggunakan metode AHP. Langkah pada metode AHP ini adalah melakukan normalisasi dan perhitungan *eigen value* untuk mengetahui nilai konsistensi responden dalam pemilihan tingkat kepentingan antar kriteria dan antar sub kriteria pada setiap kriteria dimensi *sustainable*. Apabila hasil akhir perhitungan konsistensi mendapati nilai CR<0,1 maka data dinyatakan konsisten. Berikut ini ditampilkan hasil perhitungan konsistensi rasio untuk perbandingan berpasangan antar kriteria dan antar sub kriteria pada setiap kriteria.

Tabel 3. Hasil Perhitungan *Consistency Ratio* Antar Kriteria dan Antar Sub Kriteria Pada Setiap Kriteria

No	**Keterangan**	**Lamda Max**	**RI**	**CI**	**CR**	**Status**
1	Perbandingan Antar Kriteria	11,27	1,49	0,1409	0,0945	Konsisten
2	Perbandingan Antar Sub Kriteria Pada Kriteria Biaya	3	0,58	0	0	Konsisten
3	Perbandingan Antar Sub Kriteria Pada Kriteria Kualitas	3	0,58	0	0	Konsisten

No	Keterangan	Lamda Max	RI	CI	CR	Status
4	Perbandingan Antar Sub Kriteria Pada Kriteria Performansi Layanan	3	0,58	0	0	Konsisten
5	Perbandingan Antar Sub Kriteria Pada Kriteria Sistem Manajemen Lingkungan	3	0,58	0	0	Konsisten
6	Perbandingan Antar Sub Kriteria Pada Kriteria Sistem Manufaktur Ramah Lingkungan	5,38	1,12	0,097	0,0867	Konsisten
7	Perbandingan Antar Sub Kriteria Pada Kriteria Kompetensi Ramah Lingkungan	3	0,58	0	0	Konsisten
8	Perbandingan Antar Sub Kriteria Pada Kriteria Kesehatan Dan Keselamatan	4,2	0,9	0,068	0,0758	Konsisten
9	Perbandingan Antar Sub Kriteria Pada Kriteria Praktik Karyawan	3	0,58	0	0	Konsisten
10	Perbandingan Antar Sub Kriteria Pada Kriteria Dinamika Populasi	3,096	0,58	0,048	0,083	Konsisten
11	Perbandingan Antar Sub Kriteria Pada Kriteria Pendidikan & Kemampuan	3	0,58	0	0	Konsisten

Setelah seluruh data dinyatakan konsisten, maka akan dilanjutkan untuk perhitungan dengan pendekatan *fuzzy*. Jika dalam pengolahan menggunakan metode AHP berfungsi untuk mengetahui konsistensi responden dalam menjawab setiap butir pernyataan, pendekatan *fuzzy* digunakan untuk perhitungan nilai bobot global yang digunakan untuk pengolahan data pada metode TOPSIS. Skala linguistik metode AHP tradisional dapat mengungkapkan ketidakpastian ketika pengambil keputusan mengambil keputusan. Oleh karena itu, FAHP mengubah pendapat ahli dari nilai-nilai yang telah ditentukan sebelumnya menjadi bilangan *fuzzy* dan fungsi keanggotaan (Ishak & Wanli, 2020).

Pada tahap pengolahan ke dalam metode fuzzy, data responden dari kuesioner perbandingan berpasangan dengan skala AHP yang sebeluhmnya telah didapatkan akan dikonversi ke dalam bilangan *Triangular Fuzzy Number* (TFN) dalam bentuk (l, m, u). Berikut ini merupakan salah satu contoh konversi skala AHP menjadi skala Fuzzy dan pengolahannya dengan metode Fuzzy antar kriteria. Untuk model konversi yang sama akan dilakukan pada perbandingan berpasangan seluruh sub kriteria pada setiap kriteria yang termasuk dalam aspek *sustainable*.

Tabel 4. Contoh Konversi Matriks Skala *Triangular Fuzzy Number* (l, m, u)

Kriteria	E1			E2			E3			L1			L2			L3			S1			S2			S3			S4		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
E1	**1**	**1**	**1**	1	1	1	1	2	3	6	7	8	4	5	6	3	4	5	2	3	4	4	5	6	6	7	8	3	4	5
E2	1	1	1	**1**	**1**	**1**	2	3	4	3	4	5	5	6	7	1/3	1/2	1	2	3	4	3	4	5	9	9	9	4	5	6
E3	1/3	1/2	1	1/4	1/3	1/2	**1**	**1**	**1**	2	3	4	2	3	4	4	5	6	1	2	3	3	4	5	9	9	9	1	1	1
L1	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/4	1/3	1/2	**1**	**1**	**1**	1	1	1	1	1	1	1/5	1/4	1/3	1	1	1	2	3	4	1/4	1/3	1/2
L2	1/6	1/5	1/4	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	1	1	**1**	**1**	**1**	1/4	1/3	1/2	1/3	1/2	1	1	1	1	1	2	3	1/3	1/2	1
L3	1/5	1/4	1/3	3	2	1	1/6	1/5	1/4	1	1	1	2	3	4	**1**	**1**	**1**	1	2	3	3	4	5	7	8	9	3	4	5
S1	1/4	1/3	1/2	1/4	1/3	1/2	1/3	1/2	1	3	4	5	1	2	3	1/3	1/2	1	**1**	**1**	**1**	1	2	3	6	7	8	1	2	3
S2	1/6	1/5	1/4	1/5	1/4	1/3	1/5	1/4	1/3	1	1	1	1	1	1	1/5	1/4	1/3	1/3	1/2	1	**1**	**1**	**1**	1	2	3	1/3	1/2	1
S3	1/8	1/7	1/6	1/9	1/9	1/8	1/9	1/9	1/8	1/4	1/3	1/2	1/3	1/2	1	1/9	1/8	1/7	1/8	1/7	1/6	1/3	1/2	1	**1**	**1**	**1**	1/6	1/5	1/4
S4	1/5	1/4	1/3	1/6	1/5	1/4	1	1	1	2	3	4	1	2	3	1/5	1/4	1/3	1/3	1/2	1	1	2	3	4	5	6	**1**	**1**	**1**

Hasil konversi dari nilai skala AHP menjadi skala *Triangular Fuzzy Number* (TFN) dalam bentuk (l, m, u) tersebut kemudian dilakukan perhitungan untuk mengelompokan nilai l, m, u dengan rumus rata-rata geometrik mean. Setelah memperoleh nilai geometrik mean, langkah selanjutnya adalah menentukan bobot *fuzzy* dengan mengalikan nilai *increasing order lower* (l) pada setiap baris (l), dan begitu pula untuk variabel *medium* (m) serta *upper* (u) dengan hasil sebagai berikut.

Tabel 5. Contoh Geometri *Fuzzy* Variabel Untuk Kriteria

Kriteria	l	m	u
E1	2,80	3,04	3,24
E2	2,59	2,82	3,04
E3	2,39	2,66	2,90

L1	1,68	1,71	1,75
L2	1,61	1,66	1,76
L3	2,25	2,38	2,50
S1	1,93	2,20	2,47
S2	1,60	1,64	1,74
S3	1,14	1,25	1,48
S4	1,81	2,10	2,35
Total	**19,795**	**21,455**	**23,213**
Reverse	**0,051**	**0,047**	**0,043**
Increasing Order	**0,043**	**0,047**	**0,051**

Tabel 6. Nilai Bobot Variabel l, m, u

Kriteria	l	m	u
E1	0,121	0,142	0,164
E2	0,111	0,132	0,153
E3	0,103	0,124	0,147
L1	0,073	0,080	0,088
L2	0,069	0,077	0,089
L3	0,097	0,111	0,126
S1	0,083	0,103	0,125
S2	0,069	0,077	0,088
S3	0,049	0,058	0,075
S4	0,078	0,098	0,119

Setelah bobot variabel diketahui, kemudian dilakukan penggabungan nilai l, m, u dengan metode *Center of Area* sehingga didapatkan nilai *defuzzifikasi* (M_i). Langkah terakhir adalah perhitungan bobot dengan membagi nilai setiap elemen dengan nilai total M_i.Hasil perhitungan M_i dan bobot (N_i) ditampilkan pada tabel berikut ini:

Tabel 7. Nilai Difuzzifikasi (M_i) dan Bobot Akhir (N_i) Untuk Krtieria

Kriteria	M_i	N_i
E1	0,142	0,142
E2	0,132	0,132
E3	0,125	0,125
L1	0,080	0,080
L2	0,078	0,078
L3	0,111	0,111
S1	0,103	0,103
S2	0,078	0,078
S3	0,061	0,061
S4	0,098	0,098

Perhitungan bobot pendekatan *fuzzy* dengan langkah yang sama seperti diatas dilakukan pada perbandingan sub kriteria seluruh kriteria sesuai dengan aspek *sustainable* yang telah dijelaskan di atas. Hasil bobot seluruh dari perbandingan berpasangan kriteria dan sub kriteria pada setiap kriteria tersebut kemudian dikumpulkan untuk kemudian dapat membentuk bobot global. Bobot global yang dimaksudkan disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 8. Rekapan Hasil Perhitungan Bobot

No	**Kode Kriteria**	**Kriteria**	**Bobot Kriteria**	**Kode Sub-kriteria**	**Sub-Kriteria**	**Bobot Sub-Kriteria**	**Bobot Global**
ASPEK EKONOMI							
1	E1	Biaya	0,141	E11	Harga produk	0,418	0,059
				E12	Biaya pengiriman	0,293	0,041
				E13	Kebijakan pembayaran	0,288	0,041
2	E2	Kualitas	0,079	E21	Produksi dan logistik	0,397	0,032
				E22	Kualitas berbasis ISO	0,334	0,027
				E23	Total Quality Management (TQM)	0,275	0,022
3	E3	Performansi Layanan	0,103	E31	Jadwal pengiriman	0,402	0,041

				E32	Layanan *after sales*	0,306	0,031
				E33	Ketepatan waktu mengatasi komplain	0,296	0,030
ASPEK LINGKUNGAN							
1	L1	Sistem manajemen lingkungan	0,079	L11	Sertifikasi ISO-14001	0,417	0,033
				L12	Rencana perlindungan lingkungan	0,291	0,023
				L13	Kebijakan perlindungan lingkungan	0,291	0,023
2	L2	Sistem manufaktur ramah lingkungan	0,078	L21	Polusi produksi	0,214	0,017
				L22	Limbah air	0,264	0,021
				L23	Penyimpanan material	0,166	0,013
				L24	Management penyimpanan	0,197	0,015
				L25	Penggunaan moda tranportasi *modern* yang efisien	0,158	0,012
3	L3	Kompetensi ramah lingkungan	0,110	L31	Menggunakan material ramah lingkungan	0,291	0,032
				L32	Kemasan ramah lingkungan	0,354	0,039
				L33	Responsif	0,354	0,039
ASPEK SOSIAL							
1	S1	Kesehatan dan keselamatan	0,103	S11	Standar OHSAS 18001/ ISO 45001:2018	0,185	0,019
				S12	Standar kondisi kesehatan dan keselamatan kerja	0,272	0,028
				S13	Praktik kesehatan dan keselamatan kerja	0,263	0,027
				S14	Insiden kesehatan dan keselamatan kerja	0,280	0,029
2	S2	Praktik karyawan	0,077	S21	Stabilitas pekerjaan	0,388	0,030
				S22	Waktu standar pekerjaan	0,356	0,027
				S23	Pengaturan kerja yang fleksibel	0,257	0,020
3	S3	Dinamika populasi	0,060	S31	Pemerataan pendapatan	0,357	0,022
				S32	Kesempatan karyawan	0,429	0,026
				S33	Kesetaraan gender pada posisi pekerjaan	0,213	0,013
4	S4	Pendidikan & kemampuan	0,097	S41	Tingkat pendidikan pekerja	0,370	0,036
				S42	Tingkat partisipasi terhadap kursus keahlian	0,370	0,036
				S43	Tingkat partisipasi terhadap kursus pengembangan diri	0,260	0,025

Penilaian Kinerja *Supplier* menggunakan Metode TOPSIS

Metode TOPSIS adalah metode yang digunakan untuk membantu mengambil keputusan dengan melibatkan multikriteria dan banyak alternatif pilihan. Alternatif terbaik sebagai solusi merupakan alternatif yang memiliki jarak terdekat dari solusi ideal positif dan berjarak terjauh dari solusi ideal negatif. Dalam penelitian init, metode TOPSIS digunakan dalam pengolahan data responden survey ketiga. Skala yang digunakan pada survey ketiga adalah skala likert 1-4. Lebih jelasnya, survey ketiga digunakan untuk menilai kinerja *supplier* terhadap sub kriteria yang telah memiliki bobot global yang telah disajikan pada tabel 8 di atas. Adapun *supplier* yang dilibatkan terdiri atas 4 *supplier* bahan baku dolomit yang disebut dengan S1, S2, S3, dan S4.

Langkah pertama setelah memperoleh jawaban responden terhadap kuesioner survey ketiga adalah mencari nilai normalisasi terbobot dengan cara mengalikan nilai normalisasi alternatif dan bobot global setiap sub kriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Hasil perhitungan nilai ternormalisasi terbobot setiap *supplier* terhadap seluruh sub kriteria dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 9. Matriks Kepentingan Ternormalisasi Terbobot

No	Kode Sub Kriteria	*Supplier*			
		S1	S2	S3	S4
1	E11	0,0215	0,0286	0,0215	0,0215
2	E12	0,0152	0,0304	0,0228	0,0228
3	E13	0,0163	0,0327	0,0245	0,0163
4	E21	0,0121	0,0162	0,0121	0,0121
5	E22	0,0100	0,0200	0,0100	0,0100
6	E23	0,0086	0,0172	0,0129	0,0129
7	E31	0,0166	0,0222	0,0111	0,0166
8	E32	0,0129	0,0258	0,0129	0,0129
9	E33	0,0193	0,0193	0,0145	0,0145
10	L11	0,0152	0,0202	0,0152	0,0152
11	L12	0,0048	0,0097	0,0145	0,0145
12	L13	0,0113	0,0150	0,0113	0,0075
13	L21	0,0122	0,0091	0,0030	0,0061
14	L22	0,0067	0,0100	0,0133	0,0100
15	L23	0,0063	0,0042	0,0084	0,0063
16	L24	0,0075	0,0099	0,0075	0,0050
17	L25	0,0022	0,0090	0,0045	0,0067
18	L31	0,0096	0,0192	0,0144	0,0192
19	L32	0,0127	0,0254	0,0190	0,0190
20	L33	0,0166	0,0221	0,0221	0,0166
21	S11	0,0087	0,0115	0,0087	0,0087
22	S12	0,0128	0,0170	0,0128	0,0128
23	S13	0,0094	0,0188	0,0094	0,0141
24	S14	0,0093	0,0186	0,0140	0,0140
25	S21	0,0137	0,0182	0,0137	0,0137
26	S22	0,0126	0,0167	0,0126	0,0126
27	S23	0,0091	0,0121	0,0091	0,0091
28	S31	0,0123	0,0164	0,0164	0,0082
29	S32	0,0100	0,0100	0,0134	0,0100
30	S33	0,0038	0,0075	0,0038	0,0056
31	S41	0,0215	0,0287	0,0215	0,0215
32	S42	0,0134	0,0134	0,0179	0,0134
33	S43	0,0110	0,0110	0,0110	0,0082

Selanjutnya dilakukan pencarian terhadap jarak solusi ideal positif (D_a+) dan jarak solusi ideal negatif (D_a-) dengan menggunakan hasil pengolahan dari matriks normalisasi terbobot dan solusi ideal positif (A+) yang didapatkan dari nilai normalisasi terbobot maksimum setiap kriteria serta solusi ideal negatif (A-) yang didapatkan dari nilai normalisasi terbobot minimum setiap kriteria. Hasil dari perhitungan jarak solusi ideal positif dan negatif untuk seluruh *supplier* disajikan pada tabel dibawah ini:

Tabel 10. Jarak Solusi Ideal Positif dan Jarak Solusi Ideal Negatif

Supplier	D_a+	D_a-
S1	0,0426	0,0137
S2	0,0096	0,0442
S3	0,0330	0,0234
S4	2,5282	0,0206

Langkah terakhir dari metode TOPSIS adalah perhitungan koefisien kedekatan setiap *supplier* dengan jarak solusi ideal yang telah didapatkan sebelumnya. Hasil koefisien kedekatan tersebut disajikan pada tabel dibawah ini:

Tabel 11. Hasil Koefisien Kedekatan *Supplier*

Rank	*Supplier*	Nilai
1	S2	0,826
2	S3	0,442
3	S4	0,357
4	S1	0,256

Berdasarkan pengolahan data menggunakan metode FAHP dan TOPSIS, maka diperoleh *supplier* dengan peringkat tertinggi dengan nilai koefisien alternatif terbesar dan peringkat terendah dengan nilai koefisien alternatif terkecil. Alternatif tersebut merupakan dasar pemilihan *sustainable supplier* dalam pengadaan bahan baku dolomit di PT. Petrokimia Gresik. Dengan demikian, *supplier* yang lebih diutamakan untuk dipilih secara berurutan adalah *supplier* kode S2 dengan nilai koefisien 0,826; *supplier* kode S3 dengan nilai koefisien 0,442; *supplier* kode S4 dengan nilai koefisien 0,357; dan yang terakhir adalah *supplier* kode S1 dengan nilai koefisien 0,256.

SIMPULAN

Seperti yang telah diketahui sebelumnya, PT. Petrokimia Gresik mengalami kesulitan dalam penentuan *supplier* terbaik, ditambah lagi adanya himbauan dari pemerintah pusat mengenai urgensi minimasi permasalahan lingkungan dalam proses bisnis perusahaan menjadikan proses pemilihan *supplier* lebih kompleks. Sesuai dengan penelitian ini, pemilihan *supplier* berdasarkan aspek *sustainable* menjawab permasalahan perusahaan mengenai pemilihan *supplier* yang berwawasan lingkungan dengan mengedepankan konsep *Triple Bottom Line* (Ekonomi, Lingkungan, Sosial).

Penelitian ini menggunakan metode *cut off point* untuk memvalidasi sejumlah sub kriteria *sustainable* yang sesuai dengan kondisi di perusahaan melalui survey kuesioner ke-1. Dari hasil tersebut diketahui terdapat sebanyak 10 kriteria dan 33 sub kriteria yang relevan. Hasil tersebut kemudian akan dilanjutkan ke tahap selanjutnya dengan pengumpulan data perbandingan berpasangan FAHP menggunakan survey kuesioner ke-2. Dalam mengevaluasi kinerja *supplier* bahan baku dolomit untuk melakukan perankingan, pembobotan kepentingan seluruh kriteria dan sub kriteria dilakukan dengan menggunakan metode FAHP. Perhitungan dengan metode FAHP menghasilkan bobot kriteria dan bobot sub kriteria yang kemudian digunakan untuk memperoleh bobot global sub kriteria. Untuk dapat mengetahui kinerja *supplier*, peneliti menggunakan metode TOPSIS dan melakukan pengambilan data responden melalui survey kuesioner ke-3. Pemeringkatan *supplier* terbaik menggunakan metode TOPSIS dilakukan dengan pendekatan koefisien setiap pemasok terhadap setiap sub kriteria aspek *sustainable*. Berdasarkan pengolahan data tersebut, diperoleh hasil urutan *supplier* dengan nilai preferensi tertinggi dan terendah. *Supplier* S2 memperoleh nilai tertinggi dengan nilai preferensi 0,821 sehingga menjadi prioritas *supplier* yang terpilih. Untuk urutan selanjutnya *supplier* S3 dengan nilai preferensi 0,415; S4 dengan nilai preferensi 0,243; dan *supplier* S1 dengan nilai preferensi 0,008.

DAFTAR RUJUKAN

Azulaidin, A. (2021). Pengaruh Pertumbuhan Penduduk Terhadap Pertumbuhan Ekonomi. *Juripol*, *4*(1), 30–34. https://doi.org/10.33395/juripol.v4i1.10961

Badan Pusat Statistik. (2023). Data Jumlah Penduduk Indonesia (2013-2023). Diambil dari https://dataindonesia.id/varia/detail/data-jumlah-penduduk-indonesia-20132023

Carter, C. R., & Rogers, D. S. (2008). A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory. *International journal of physical distribution & logistics management*.

Duke University. (2019). Climate Change & Business: What Every MBA Needs to Know. Diambil dari https://centers.fuqua.duke.edu/edge/2019/06/12/climate-change-business-what-every-mba-needs-to-know/

Elkington, J. (1998). Partnerships from cannibals with forks: The triple bottom line of 21st-century business. *Environmental quality management*, *8*(1), 37–51.

Gulo, A. K., & Murni, D. (2023). Analisis Keputusan Menggunakan Metode Cut Off Point Dan Fuzzy Simple Additive Weighting Dalam Menentukan Jenis Laptopterbaik Pada Mahasiswa Matematika Fmipa Universitas Negeri Padang. *Jurnal Lebesgue : Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika dan Statistika*, *4*(3), 1577–1587. https://doi.org/10.46306/lb.v4i3.451

Hadi, S. (2003). *Metodologi Research II*. Yogyakarta: Andi Offset.

Ishak, A., & Wanli. (2020). Evaluation and Selection of E-commerce Service Quality Using Fuzzy AHP Method. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *1003*(1). https://doi.org/10.1088/1757-899X/1003/1/012152

Joko Syahputra, & Alex Rikki. (2021). Penerapan Metode Analitycal Hierarchy Process (AHP) dalam Menentukan Judul Skripsi. *JUKI : Jurnal Komputer dan Informatika*, *2*(2), 111–119. https://doi.org/10.53842/juki.v2i2.34

Joumil Aidil SZS dan Isna Nugraha. (2021). *Proceeding Seminar Nasional WALUYO JATMIKO 2021 HIERARCHY PROCESS (AHP) DAN ANALISIS SENSITIVITAS Joumil Aidil SZS. 1) dan Isna Nugraha 2) 1,2)*. 139–148.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2023). Indonesia Serukan 3 Isu Lingkungan dan Pembangunan Berkelanjutan di AALCO ke-61.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2024). Pengendalian Deforestasi dan Karhutla di Indonesia.

Kompas.id. (2023). Tren Tranformasi Perusahaan Menjadi ”Sustainable” Meningkat.

Megafani, S. D., Irawan, J. D., & Zahro, H. Z. (2021). Sistem Pendukung Keputusan Perekrutan Anggota Baru Resimen Mahasiswa di ITN Malang Menggunakan Kombinasi Metode AHP dan TOPSIS. *JATI (Jurnal Mahasiswa …*, *5*(1), 342–348. Diambil dari https://ejournal.itn.ac.id/index.php/jati/article/view/3313%0Ahttps://ejournal.itn.ac.id/index.php/jati/article/download/3313/2624

Nugraha, I., Hisjam, M., & Sutopo, W. (2019). Sustainable Criteria in Supplier Evaluation of the Food Industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *598*(1), 012006. https://doi.org/10.1088/1757-899x/598/1/012006

Rausch-Phan, M. T., & Siegfried, P. (2022). *Sustainable Supply Chain Management: Learning from the German Automotive Industry*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-92156-9_6

Regita Cahyani Siagian, R., & Napitupulu, N. (2023). PENERAPAN METODE CUT OFF POINT DAN FUZZY SERTA TECHNIQUE FOR ORDER PREFERENCE OF SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION PADA PENENTUAN SMARTPHONE TERBAIK: Studi Kasus Pada Mahasiswa Matematika Universitas Sumatera Utara Parapat Gultom. *Journal of Mathematics Education and Science*, *9*(1), 2023.

Rozi, M. F., Santoso, E., & Furqon, M. T. (2019). Sistem Pendukung Keputusan Penerimaan Pegawai Baru menggunakan Metode AHP dan TOPSIS. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, *3*(9), 8361–8366.

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

Sihite, A., & Suhendar, E. (2021). Penilaian Supplier Menggunakan Metode Fuzzy Ahp Dan

Topsis Di PT. HP. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, *9*(1), 71. https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v9i1.8688

Singh, N., Shalender, K., & Su, C. H. J. (2020). Developing impacts and indicators for sustainable event management using a triple bottom line approach: A study of auto expo. *Event Management*, *24*(1), 1–16. https://doi.org/10.3727/152599519X15506259855887

Wahab, A. (2022). Pengaruh Pertumbuhan Penduduk, Upah, Dan Inflasi Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Dan Tingkat Pengangguran Terbuka Di Sulawesi Selatan. *Jurnal Ekonomi Pembangunan STIE Muhammadiyah Palopo*, *8*(2), 168. https://doi.org/10.35906/jep.v8i2.1149

Westerman, J. W., Rao, M. B., Vanka, S., & Gupta, M. (2020). Sustainable human resource management and the triple bottom line: Multi-stakeholder strategies, concepts, and engagement. *Human Resource Management Review*, *30*(3). https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2020.100742

Yudhistira, & Dahlia. (2019). Dua atau lebih metode Multi Criteria Decision Making (MCDM) dapat dikombinasikan untuk meningkatkan proses pengambilan keputusan (Volari et al., 2014). Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah mengintegrasikan TOPSIS sebagai dukungan bagi AHP. *Inti Nusa Mandiri*, *14*(1), 33–40. Diambil dari www.bsi.ac.id