

Evaluasi *Sustainability Supplier Kraft paper* dalam Mendukung *Supply Chain Management* Menggunakan Metode FAHP dan TOPSIS di PT Industri Kemasan Semen Gresik (IKSG)

Nabila Eka Ramadhani Wahyudi

Teknik Industri, UPN "Veteran", Jl. Rungkut Madya No. 1 Gunung Anyar, Jawa Timur, Surabaya 60294
E-mail: nabilaeka991@gmail.com

ABSTRAK

Sustainability telah menjadi topik yang menarik perhatian secara global dikarenakan semakin menipisnya sumber daya alam, perubahan iklim, dan kesehatan masyarakat. Hal ini juga yang mendasari organisasi atau perusahaan tidak bisa lagi mengabaikan masalah *sustainability* dalam bisnis. PT Industri Kemasan Semen Gresik (IKSG) adalah perusahaan industri manufaktur yang memproduksi kemasan semen. Pemilihan *supplier* yang berasal dari luar negeri menjadi tantangan tersendiri bagi PT IKSG, pasalnya selama ini beberapa kali didapati masalah keterlambatan pengiriman bahan baku dan penurunan kualitas. Oleh karena itu, PT IKSG melakukan evaluasi setiap tahunnya terhadap mutu *supplier*. Tetapi sayangnya dengan keinginan perusahaan untuk meningkatkan *sustainability* perusahaan, tidak dibarengi dengan evaluasi *supplier* yang mengedepankan aspek *sustainable* pula. Sehingga perlu dilakukannya evaluasi tentang *sustainability supplier* di PT IKSG. Penelitian ini bertujuan untuk memilih *supplier kraft paper* terbaik dengan menggunakan pendekatan *sustainable*. Metode yang digunakan adalah *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP) dan *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS). Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan metode tersebut, urutan pemasok dengan nilai tertinggi adalah *supplier* Mondi Paper Sales dengan nilai preferensi 0,872, Trinity Holding Australian di urutan kedua dengan nilai preferensi 0,778, Billerud di urutan ketiga dengan nilai preferensi 0,431, Fujian Qingshan Paper Industry menempati urutan keempat dengan nilai preferensi 0,073.

Kata Kunci: *Supplier*, FAHP, TOPSIS, MCDM

ABSTRAK

The concept of *sustainability* has gained significant attention globally due to the dwindling natural resources, climate change, and public health concerns. This awareness has led organizations and businesses to no longer ignore *sustainability* issues in their operations. PT Industri Kemasan Semen Gresik (IKSG) is a manufacturing company that produces packaging for cement. The selection of *suppliers* from overseas has been a challenge for IKSG, as it has faced issues with delayed deliveries and decreased quality of raw materials in the past. Therefore, IKSG conducts annual evaluations of the quality of its *suppliers*. However, the company's desire to increase *sustainability* is not matched by evaluations that prioritize *sustainable* aspects of *suppliers*. Therefore, an evaluation of *sustainability suppliers* at PT IKSG is necessary. This study aims to select the best *kraft paper supplier* using a *sustainable* approach. The methods used are *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP) and *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS). Based on the results of the calculations performed using these methods, the ranking of *suppliers* with the highest value is Mondi Paper Sales with a preference value of 0.872, Trinity Holding Australian in second place with a preference value of 0.778, Billerud in third place with a preference value of 0.431, and Fujian Qingshan Paper Industry in fourth or last place with a preference value of 0.073

Kata Kunci: *Supplier*, FAHP, TOPSIS, MCDM

1. PENDAHULUAN

Sustainability telah menjadi topik yang menarik perhatian secara global dikarenakan semakin menipisnya sumber daya alam, perubahan iklim, dan kesehatan masyarakat.

Menurut WCED (1987), *sustainability* adalah bentuk dari pengembangan untuk memenuhi kebutuhan saat ini tanpa secara negatif mempengaruhi generasi masa depan dalam memenuhi kebutuhan mereka sendiri. Dengan

meningkatnya kesadaran lingkungan dan keberlanjutan (*sustainability*) di seluruh dunia, arahan pemerintah yang ketat, dan peningkatan pengetahuan masyarakat, menyebabkan organisasi atau perusahaan tidak bisa mengabaikan masalah *sustainability* dalam bisnis. Maka dari itu, perusahaan sedang mengubah rantai pasokan mereka menjadi rantai pasokan yang berkelanjutan (Çalik, 2020).

Rantai pasokan yang berkelanjutan diimplementasikan dengan memasukkan keberlanjutan dalam desain, logistik, pemilihan pemasok, praktik manufaktur, kesejahteraan pekerja, dll. Pemasok memiliki peran kritis bagi perusahaan dalam produksi, pengiriman, dan isu-isu keberlanjutan untuk meningkatkan kualitas produk dan fokus pada bagian tertentu dari produksi (Hamdan & Cheaitou, 2017). Kinerja keberlanjutan suatu perusahaan seharusnya dievaluasi tidak hanya dengan memperhitungkan aktivitasnya sendiri tetapi juga dengan mempertimbangkan kinerja pemasok-pemasoknya. Berkerjasama dengan pemasok yang mengutamakan isu-isu keberlanjutan dan menerapkannya dapat membantu meningkatkan kinerja keberlanjutan perusahaan (Çalik, 2020). Suatu perusahaan atau organisasi sangat bergantung pada kinerja pemasok, oleh karena itu menjadi penting bagi perusahaan untuk memantau dan mengevaluasi kinerja keberlanjutan pemasok perusahaan tersebut (Giannakis dkk., 2020). *Sustainable Supplier Evaluation* adalah keputusan strategis kunci dalam manajemen rantai pasok yang berfokus pada keberlanjutan dan perlu dieksplorasi secara sistematis guna melaksanakan inisiatif berkelanjutan dalam rantai pasok (Lou dkk., 2024).

Menurut Kemenperin (2020), pada tahun 2020 kontribusi dari sektor industri di Indonesia sebesar 19,8 %, dimana nilai ini mampu melebihi dari rata-rata industri dunia yaitu sebesar 16,5 % (Nurhayani, 2022). Oleh karena itu, industri manufaktur menjadi salah satu sektor yang penting bagi perekonomian di Indonesia. Tak terkecuali juga dengan industri kemasan semen yang menjadi salah satu sektor industri pemegang peranan vital dalam pengemasan semen. PT Industri Kemasan Semen Gresik (IKSG) adalah perusahaan industri manufaktur yang memproduksi kemasan semen. Perusahaan ini adalah anak usaha dari PT Semen Indonesia (Persero) Tbk,

yang didirikan pada bulan Juni 1992. Dilihat dari jenis bahan bakunya, PT IKSG memproduksi dua jenis kantong semen yaitu kantong *woven* yang berasal dari biji plastik dan kantong kertas yang berasal dari *kraft paper*. Bahan baku yang digunakan PT IKSG untuk memproduksi kantong semen ini tidak hanya berasal dari *supplier* dalam negeri tetapi juga dari luar negeri, contohnya seperti bahan baku *kraft paper* yang di-*import* dari Swedia, Austria, Australia, dan China.

Pemilihan *supplier* yang berasal dari luar negeri membuat tantangan tersendiri bagi PT IKSG, pasalnya selama ini beberapa kali didapati masalah keterlambatan pengiriman bahan baku dan adanya penurunan kualitas mutu, khususnya pada bahan baku utama yaitu *kraft paper*. Oleh karena itu, PT IKSG melakukan evaluasi setiap tahunnya terhadap mutu *supplier*. Tetapi sayangnya dengan keinginan perusahaan untuk meningkatkan *sustainability* perusahaan, tidak dibarengi dengan evaluasi *supplier* yang mengedepankan aspek *sustainable* pula. Dari permasalahan tersebut, maka penelitian tentang *sustainability supplier* dalam mendukung *supply chain management system* di PT IKSG menjadi sangat relevan.

Dalam penelitian ini, penilaian dan pemilihan *supplier* dilakukan dengan menerapkan *Multiple Criteria Decision Making* (MCDM) yang merupakan metode pengambilan keputusan untuk menetapkan alternatif terbaik dari sejumlah alternatif yang ada berdasarkan beberapa kriteria tertentu (T. Saaty & Vargas, 1993). Metode MCDM yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP) dan *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS). Fuzzy AHP menggunakan logika Fuzzy yang berperan dalam meminimalisir ketidakpastian dalam pengambilan keputusan, salah satunya dengan menggunakan pendekatan *triangular Fuzzy number* (TFN). Dengan adanya logika Fuzzy, Fuzzy AHP dapat membantu menguraikan masalah multikriteria menjadi hirarki yang lebih terstruktur dan menghasilkan keputusan yang lebih baik dibandingkan dengan metode AHP saja. Sedangkan, 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. Oleh karena itu, digunakan metode FAHP yang didalamnya terdapat untuk menghitung dan memberi bobot berdasarkan pada kriteria yang sudah ditetapkan.

Penelitian ini diharapkan dapat membantu perusahaan dalam mencapai sasaran *sustainable* perusahaan dan juga meningkatkan efisiensi operasional serta meminimalkan risiko terkait dengan *supplier*. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang peran *supplier* untuk mencapai *sustainability* dalam industri kemasan semen, perusahaan dapat mengidentifikasi langkah-langkah konkrit yang harus diambil untuk meningkatkan praktik dan kebijakan dalam rantai pasok, yang pada akhirnya akan berdampak positif terhadap lingkungan, masyarakat atau sosial, dan ekonomi. Penelitian ini akan memberikan wawasan berharga kepada *stakeholder* industri kemasan semen untuk mencapai tujuan pembangunan *sustainable* dan mengurangi dampak negatif pada lingkungan alam.

2. TINJAUAN PUSTAKA

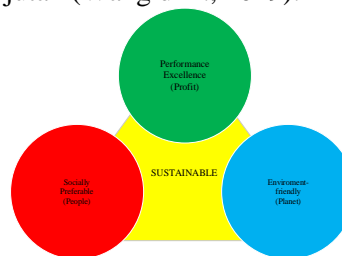
2.1 Sustainable Supply Chain Management (SSCM)

Carter & Roger (2008), mendefinisikan SSCM sebagai pencapaian dan integrasi strategis tujuan sosial, lingkungan, dan ekonomi organisasi melalui koordinasi sistemik proses bisnis antar-organisasi kunci untuk meningkatkan kinerja ekonomi jangka panjang perusahaan individu dan jaringan nilainya. SSCM berbeda dari GSCM (*Green Supply Chain Management*). Tujuan dasar GSCM adalah membatasi semua limbah dalam sistem industri itu sendiri dan membatasi material berbahaya. Sementara itu, SSCM adalah perluasan dari GSCM melalui pengembangan dimensi lingkungan ke dalam dimensi ekonomi dan sosial (Li et dkk., 2019). SSCM mengelola secara kolektif dan efektif kinerja ekonomi, lingkungan, dan sosial dari rantai pasokan atau sesuai dengan konsep bisnis *Triple Bottom Line* (TBL) (Menon & Ravi, 2022).

2.2 Triple Bottom Line (TBL)

Konsep TBL diperkenalkan oleh Elkington, yang menekankan perbedaan antara dimensi ekonomi dan sosial keberlanjutan,

yang telah diserap oleh dimensi lingkungan keberlanjutan (Wang dkk., 2019).



Gambar 1. Grafik TBL

TBL pada dasarnya menangkap persimpangan antara ketiga pilar, yaitu kinerja ekonomi, sosial dan lingkungan, di mana ada kegiatan yang dapat dilakukan perusahaan yang dapat berdampak positif bagi masyarakat dan lingkungan alam dan pada saat yang sama perusahaan dapat memperoleh keberhasilan ekonomi jangka panjang dan keunggulan kompetitif seperti yang tertera pada Gambar 1.

2.3 Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP)

Fuzzy AHP merupakan pengembangan dari metode AHP yang dikembangkan pada tahun 1996 oleh Chang. Fuzzy AHP menggunakan logika Fuzzy yang berperan dalam meminimalisir ketidakpastian dalam pengambilan keputusan, salah satunya dengan menggunakan pendekatan *triangular Fuzzy number* (TFN). TFN merupakan gabungan antara dua garis (linear) sebagai variabel-variabel yang menunjukkan kesubjektifan perbandingan berpasangan atau bentuk dari derajat yang pasti dari ketidakpastian (Doaly dkk., 2019). Adapun TFN yang dimaksud sebagai berikut

Tabel 1. *Triangular Fuzzy Number* (TFN)

Definisi	Skala Likert	TFN	Skala Likert	TFN Inverse
Penting	1	(1, 1, 1) Jika diagonal (1, 1, 3) selainnya (1,2,4)	1/1	(1/1, 1/1, 1/1) jika diagonal (1/3, 1/1, 1/1) selainnya (1/4, 1/2, 1/1)
Sedikit lebih penting	2	(1,3,5)	1/2	(1/5, 1/3, 1/1)
Lebih Penting	3	(2, 4, 6)	1/3	(1/6, 1/4, 1/2)
Sangat Lebih Penting	4	(3, 5, 7)	1/4	(1/7, 1/5, 1/3)
Mutlak sangat penting	5	(4,6,8)	1/5	(1/8, 1/6, 1/4)
	6	(5, 7, 9)	1/6	(1/9, 1/7, 1/5)
	7	(6, 8, 9)	1/7	(1/9, 1/8, 1/6)
	8	(7,9,9)	1/8	(1/9, 1/9, 1/7)
	9		1/9	

(Sumber: Chang, 1998)

2.4 Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (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. Penggunaan metode TOPSIS ini hanya dapat diimplementasikan untuk kriteria yang bobotnya sudah diketahui atau dihitung sebelumnya. Oleh karena itu, digunakan metode FAHP untuk menghitung dan memberi bobot berdasarkan pada kriteria yang sudah ditetapkan (Sihite & Suhendar, 2021).

3. METODE PENELITIAN

Data diperoleh melalui wawancara dan pembagian kuesioner yang ditujukan kepada lima *expert judgement* dalam lingkup *Department Procurement, Production dan Quality Control* di PT IKSG, kemudian data yang diperoleh akan diolah untuk memudahkan kegiatan analisa. Penyebaran kuisisioner dibagi menjadi tiga tahap, tahap pertama adalah kuisisioner perihal pemilihan kriteria dan subkriteria, tahap kedua adalah kuisisioner perbandingan antar kriteria dan antar subkriteria, dan tahap ketiga adalah kuisisioner pemilihan *supplier* terhadap kriteria dan subkriteria pembentuknya.

Sebelum data diolah menggunakan metode FAHP dan TOPSIS, data terlebih dahulu di uji validitas dan reabilitas. Jika data sudah dinyatakan valid dan reliabel maka selanjutnya data akan diolah menggunakan metode FAHP dan TOPSIS. Data hasil kuisisioner kedua digunakan untuk perhitungan FAHP yang nantinya akan menghasilkan bobot global dari setiap subkriteria, sedangkan data hasil kuisisioner ketiga akan digunakan untuk pemilihan *supplier* terbaik menggunakan metode TOPSIS.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji Validitas dan Reabilitas

Hasil data kuisisioner akan dilakukan uji validitas terlebih dahulu untuk mengetahui sah atau valid tidaknya suatu kuisisioner (Ghozali, 2009). Dengan jumlah responden sebanyak lima orang dan nilai $\alpha = 95\%$ maka didapatkan nilai r tabel sebesar 0,878 (nilai didapatkan dari tabel r). Data dikatakan valid adalah ketika r hitung yang didapatkan adalah lebih dari atau sama dengan (\geq) r tabel. Berikut adalah hasil dari uji validitas dari data kuisisioner 1.

Tabel 2. Hasil Uji Validitas

No.	Kriteria	Subkriteria	Expert Judgment					R Hitung	Ket.
			1	2	3	4	5		
Dimensi Ekonomi									
1.	Cost	Harga material	4	3	4	3	3	0,929	Valid
		Syarat pembayaran	3	2	3	2	2	0,929	Valid
		Diskon	4	3	4	3	3	0,929	Valid
		Negosiasi harga	3	2	3	2	2	0,929	Valid
		Biaya logistik	2	1	1	2	2	0,139	Not Valid
		Situasi keuangan	3	2	3	2	2	0,929	Valid
		Freight cost	2	2	2	2	1	0,150	Not Valid
		After sales services cost	2	2	2	1	2	0,281	Not Valid
		ISO quality identification	4	3	4	3	3	0,929	Valid
		Rejection rate	3	2	3	2	2	0,295	Not Valid
2.	Kualitas	Capability of handling rejection	2	2	1	2	2	-0,536	Not Valid
		Total quality management	3	2	3	2	2	0,929	Valid
		Time to solve the complaint	3	2	3	2	2	0,929	Valid
3.	Kapabilitas	On-time delivery rate	4	3	4	3	3	0,929	Valid
		Akurasi pengiriman bahan baku	4	3	4	3	3	0,929	Valid
		After sales services	4	3	4	3	3	0,929	Valid
4.	Fleksibilitas	Technology level	3	2	3	2	2	0,262	Not Valid
		Fleksibilitas pemesanan	3	2	3	2	2	0,929	Valid
		Fleksibilitas lead time	2	1	2	1	1	0,929	Valid
		Fleksibilitas delivery time	3	2	3	2	2	0,929	Valid
		Fleksibilitas harga	3	2	3	2	2	0,929	Valid
Dimensi Lingkungan									
1.	Sistem Manajemen Lingkungan	Eco labelling	2	1	2	1	1	0,929	Valid
		Kesesuaian dengan kebijakan dan regulasi	2	1	2	1	1	0,929	Valid
		Sertifikasi ISO-14001	3	2	3	2	2	0,929	Valid
		Evaluasi kinerja lingkungan	3	3	4	3	4	0,315	Not Valid
2.	Resource & Energy Consumption	Kemampuan menggunakan komponen produk yang dapat mengurangi dampak pada sumber daya alam	1	1	2	2	2	0,085	Not Valid
		Bahan baku ramah lingkungan	3	4	3	4	4	-0,929	Not Valid
		Inventarisasi bahan baku berbahaya	3	3	4	3	3	0,536	Not Valid
		Inventarisasi bahan baku substitusi	2	1	1	2	2	0,139	Not Valid
3.	Penerapan Green	Re-use	2	1	1	2	2	0,139	Not Valid
		Green packaging	3	2	3	2	2	0,929	Valid
		Limbah berbahaya	4	3	4	3	3	0,929	Valid
		Kemampuan melakukan penelitian dan pengembangan produk ramah lingkungan	4	1	4	2	2	0,995	Valid
Dimensi Sosial									
1.	Hak Pekerja	Kontrak kerja	3	3	4	4	4	0,085	Not Valid
		Asuransi kerja	1	2	1	2	2	-0,929	Not Valid
		Upah pekerja	4	3	3	3	3	0,602	Not Valid
		Kompensasi bagi pekerja	4	3	4	3	4	0,806	Not Valid
		Pelatihan untuk pekerja	4	3	4	4	4	0,706	Not Valid
		Standarisasi waktu kerja	2	1	3	2	2	0,786	Not Valid
		Upah lembur	1	1	1	2	2	-0,352	Not Valid
		Memberikan peralatan yang sesuai di tempat kerja	4	3	3	4	4	0,139	Not Valid
		Menghargai kepentingan stakeholders	3	2	3	2	2	0,929	Valid
		Kedekatan hubungan dengan stakeholders	3	2	3	2	2	0,929	Valid
2.	Relationship	Reputasi perusahaan	3	3	4	4	4	0,085	Not Valid
		Mempertahankan hubungan pembelian jangka panjang	4	1	4	2	2	0,994	Valid
3.	Tanggung jawab sosial	Child and forced labor	3	2	3	2	2	0,929	Valid
		Information Disclosure	2	1	2	1	1	0,929	Valid
		Perlindungan informasi	4	3	4	3	3	0,929	Valid
		Menghormati hukum dan kebijakan tempat kerja	4	1	4	2	2	0,994	Valid
		Perhatian terhadap masalah agama dan budaya di tempat kerja	2	1	1	2	2	0,139	Not Valid
		Diskriminasi	3	2	2	1	4	0,228	Not Valid

Hasil perhitungan uji validitas menunjukkan bahwa dari 51 subkriteria, terdapat 28 subkriteria yang valid. Dimana subkriteria yang dinyatakan valid adalah subkriteria yang memiliki nilai r hitung $> r$ tabel. Subkriteria yang dipilih terdiri atas 15 subkriteria dari dimensi ekonomi, 6 subkriteria dari dimensi lingkungan dan 7 subkriteria dari dimensi sosial. Selanjutnya dilakukan uji reliabilitas, yang mana uji yang digunakan keandalan dari penyebaran kuisisioner. Uji reliabilitas ini akan memenuhi kriteria jika nilai dari Cronbach's Alpha lebih dari atau sama dengan (\geq) 0,7. Berikut hasil output SPSS.

Tabel 3. Hasil Uji Reliabilitas

Reliability Statistics		
Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
.953	.956	51

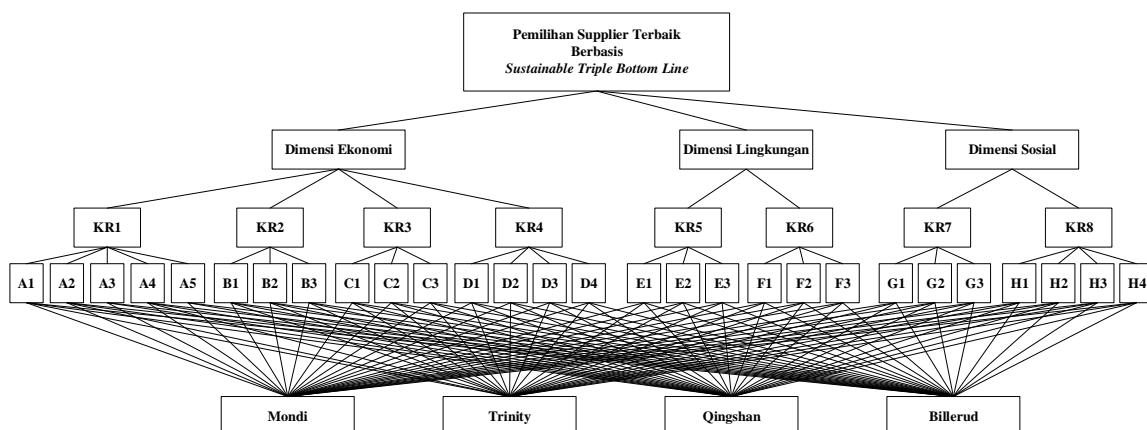
Dari tabel dapat dilihat bahwa nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,953 yang mana nilai ini $\geq 0,7$, maka data dinyatakan sudah reliabel sehingga dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya. Selanjutnya, subkriteria yang diterima akan ditulis dalam bentuk kode untuk mempermudah proses penulisan yang dapat dilihat pada Tabel 4. di bawah ini.

Tabel 4. Penulisan Kode Kriteria dan Subkriteria Acuan

No.	Kode Kriteria	Kriteria	Kode Subkriteria	Subkriteria
1.	KR1	Cost	A1	Material Price
			A2	Payment Terms
			A3	Discount
			A4	Price Negotiation
			A5	Financial Situation
2.	KR2	Kualitas	B1	ISO quality identification
			B2	Total quality management
			B3	Time to solve the complaint
3.	KR3	Kapabilitas	C1	On-time delivery rate
			C2	Accuracy of raw material delivery
			C3	After sales services
4.	KR4	Fleksibilitas	D1	Order flexibility
			D2	Lead time flexibility
			D3	Delivery time flexibility
			D4	Price flexibility
5.	KR5	Sistem Manajemen Lingkungan	E1	Eco-labeling
			E2	Compliance with environmental policies and regulations
			E3	ISO-14001 certification
6.	KR6	Penerapan Green	F1	Green packaging
			F2	Hazardous waste
			F3	Ability to conduct research and development of environment -friendly products
7.	KR7	Relationship	G1	Respecting stakeholder interests
			G2	Company reputation
			G3	Maintaining long-term purchase relationships
			H1	Child and forced labor
8.	KR8	Tanggung Jawab Sosial	H2	Information Disclosure
			H3	Data protection
			H4	Respecting laws and policies

Hasil dari kriteria dan subkriteria sesuai dengan hasil uji validitas dari hasil kuisisioner kelima responden kemudian dimasukkan kedalam susunan hierarki yang berurutan

untuk mempermudah penyelesaian pengolahan tahap selanjutnya pada kuesioner kedua metode FAHP. Struktur hierarki yang berurutan terlampir pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Struktur Hierarki Pemilihan Supplier Kraft paper PT IKS

4.2 Pengolahan Data FAHP

Proses pengolahan data dimulai dari uji konsistensi data atau *consistency ratio* (CR) menggunakan metode AHP. Pengolahan AHP dilakukan secara bertahap mulai dari perbandingan antar kriteria, lalu dilanjutkan pengolahan antar subkriteria pada kriteria dari dimensi *sustainable* dan ini berlaku pada semua hasil kuisisioner responden, dari responden 1 sampai 5. Berikut ini merupakan salah satu hasil dari pengolahan kuisisioner perbandingan berpasangan antar kriteria dari responden 1 menggunakan metode AHP.

Tabel 5. Data Kuisisioner Kriteria Responden 1

Kriteria	KR1	KR2	K3	KR4	KR5	KR6	KR7	KR8
KR1	1	1	5	5	7	7	9	9
KR2	1	1	7	5	7	7	9	7
KR3	1/5	1/7	1	1	5	5	5	5
KR4	1/5	1/5	1	1	5	5	5	5
KR5	1/7	1/7	1/5	1/5	1	1	1	1
KR6	1/7	1/7	1/5	1/5	1	1	1	1
KR7	1/9	1/9	1/7	1/5	1	1	1	1
KR8	1/9	1/7	1/5	1/5	1	1	1	1
Total	2,908	2,883	14,743	12,8	28	28	32	30

Data kuisisioner kedua tersebut dinormalisasikan atau mencari nilai eigen pada tabel perbandingan hasil kuisisioner tersebut dengan cara membagi masing – masing nilai pada perbandingan tabel diatas dengan total baris pada tabel tersebut. Setelah mendapatkan nilai eigen, selanjutnya adalah mencari nilai *eigen vector/priority vector* (PV). Dalam tahap ini perlu menghitung nilai rata – rata pada masing – masing baris dari tabel nilai eigen. Berikut adalah tabel hasil dari normalisasi data pada kriteria.

Tabel 6. Hasil Normalisasi Data Kriteria

Kriteria	KR1	KR2	K3	KR4	KR5	KR6	KR7	KR8	Bobot Prioritas
KR1	0,344	0,347	0,339	0,391	0,25	0,25	0,281	0,3	0,313
KR2	0,344	0,347	0,475	0,391	0,250	0,250	0,281	0,233	0,321
KR3	0,069	0,050	0,068	0,078	0,179	0,179	0,156	0,167	0,118
KR4	0,069	0,069	0,068	0,078	0,179	0,179	0,156	0,167	0,121
KR5	0,049	0,050	0,014	0,016	0,036	0,036	0,031	0,033	0,033
KR6	0,049	0,050	0,014	0,016	0,036	0,036	0,031	0,033	0,033
KR7	0,038	0,039	0,010	0,016	0,036	0,036	0,031	0,033	0,030
KR8	0,038	0,050	0,014	0,016	0,036	0,036	0,031	0,033	0,032
Total	1	1	1	1	1	1	1	1	

Langkah selanjutnya adalah menghitung λ_{max} (eigen value), Consistency Index (CI), Random Index (RI) and Consistency Ratio (CR). Dengan persamaan sebagai berikut.

- λ_{max} = Prioritas bobot x Total skor kriteria
- $CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$ (1)
- Nilai RCI tergantung dari orde matriks (OM). Besarnya RCI dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 7. *Random Consistency index* (RCI)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0,00	0,00	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

- $CR = CI/RI$ (2)

Dimana:

n = Jumlah aktivitas / elemen yang dibandingkan dalam matriks

Hasil CR kriteria dan sub-kriteria dari setiap responden dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 8. Hasil CR Kriteria Responden 1 - 5

Responden	λ_{max}	IR	CI	CR
1	8,867	1,410	0,124	0,088
2	8,542	1,410	0,077	0,055
3	8,860	1,410	0,123	0,087
4	8,847	1,410	0,121	0,086
5	8,667	1,410	0,095	0,068

Tabel 9 Hasil CR Subkriteria Responden 1 – 5

Kriteria	Responden	λ_{max}	IR	CI	CR
Cost	R1	5,436	1,12	0,109	0,097
	R2	5,16	1,12	0,04	0,036
	R3	5,306	1,12	0,076	0,068
	R4	5,323	1,12	0,081	0,072
	R5	5,439	1,12	0,110	0,098
Kualitas	R1	3,009	0,58	0,004	0,008
	R2	3,036	0,58	0,018	0,031
	R3	3,111	0,58	0,056	0,096
	R4	3,009	0,58	0,004	0,008
	R5	3,055	0,58	0,028	0,048
Kapabilitas	R1	3,016	0,58	0,008	0,014
	R2	3,009	0,58	0,004	0,008
	R3	3,097	0,58	0,048	0,083
	R4	3,036	0,58	0,018	0,031
	R5	3,045	0,58	0,023	0,039
Fleksibilitas	R1	4,023	1,12	0,008	0,009
	R2	4,167	1,12	0,056	0,062
	R3	4,163	1,12	0,054	0,060
	R4	4,210	1,12	0,070	0,078
	R5	4,225	1,12	0,075	0,083
Sistem Manajemen Lingkungan	R1	3,043	0,58	0,022	0,037
	R2	3,043	0,58	0,022	0,037
	R3	3,043	0,58	0,022	0,037
	R4	3,021	0,58	0,010	0,018
	R5	3,043	0,58	0,028	0,048
Penerapan Green	R1	3,097	0,58	0,048	0,083
	R2	3,043	0,58	0,022	0,037
	R3	3,055	0,58	0,028	0,048
	R4	3,022	0,58	0,011	0,019
	R5	3,043	0,58	0,022	0,037
Relationship	R1	3,097	0,58	0,048	0,083
	R2	3,055	0,58	0,028	0,048
	R3	3,043	0,58	0,022	0,037
	R4	3,043	0,58	0,022	0,037
	R5	3,036	0,58	0,018	0,031
Tanggung Jawab Sosial	R1	4,044	1,12	0,015	0,016
	R2	4,050	1,12	0,017	0,019
	R3	4,251	1,12	0,084	0,093
	R4	4,010	1,12	0,003	0,004
	R5	4,268	1,12	0,089	0,099

Dari tabel di atas, diketahui bahwa hasil nilai CR untuk perbandingan antara kriteria dan subkriteria dari lima responden memiliki nilai $< 0,1$, yang berarti mereka konsisten atau dapat diterima dan digunakan.

Selanjutnya, data akan diproses menggunakan metode Fuzzy AHP. Langkah pertama adalah mengkonversi data matrix perbandingan menjadi TFN dalam bentuk (l, m, u) seperti yang ditampilkan pada Tabel 1. Tabel berikut adalah contoh hasil dari Responden 1, yang telah dikonversi menjadi TFN. Proses ini juga diterapkan pada data dari Responden 2 hingga 5.

Tabel 10. TFN Kriteria Responden 1

Kriteria	KR1			KR2			KR3			KR4			KR5			KR6			KR7			KR8				
	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
KR1	1	1	1	1	1	1	3	5	7	3	5	7	5	7	9	5	7	9	7	9	9	7	9	9	9	
KR2	1	1	1	1	1	1	5	7	9	3	5	7	5	7	9	5	7	9	7	9	9	5	7	9		
KR3	1/7	1/5	1/3	1/9	1/7	1/5	1	1	1	1	1	1	3	5	7	3	5	7	3	5	7	3	5	7		
KR4	1/7	1/5	1/3	1/7	1/5	1/3	1	1	1	1	1	1	3	5	7	3	5	7	3	5	7	3	5	7		
KR5	1/9	1/7	1/5	1/9	1/7	1/5	1/7	1/5	1/3	1/7	1/5	1/3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
KR6	1/9	1/7	1/5	1/9	1/7	1/5	1/7	1/5	1/3	1/7	1/5	1/3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
KR7	1/9	1/9	1/7	1/9	1/9	1/7	1/9	1/7	1/5	1/7	1/5	1/3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
KR8	1/9	1/9	1/7	1/9	1/7	1/5	1/7	1/5	1/3	1/7	1/5	1/3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		

Dari semua data responden yang telah dirubah menjadi bilangan TFN, kemudian dilakukan perhitungan rata-rata pada setiap perbandingan antar kriteria. Lalu, hasil rata-rata dari setiap kriteria tersebut digabungkan

membentuk matriks perbandingan berpasangan. Tabel berikut adalah contoh hasil rata-rata kriteria. Proses ini juga diterapkan pada data subkriteria.

Tabel 11. Matriks Perbandingan Berpasangan Untuk Kriteria Utama Setelah Diambil Rata – Rata

Kriteria	KR1			KR2			KR3			KR4			KR5			KR6			KR7			KR8				
	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
KR1	1	1	1	1	1	1	2,6	4,6	6,6	2,6	4,6	6,6	3,8	5,4	7	3,4	5,4	7,4	4,6	6,6	8,2	4,44	6,7	7,4		
KR2	1	1	1	1	1	1	3,4	5,4	7,4	2,2	4,2	6,2	3,4	5	6,6	3,4	5	6,6	4,6	6,6	8,2	4,2	5,8	7,4		
KR3	0,15	0,23	0,47	0,14	0,2	0,41	1	1	1	1,4	3	4,6	1,8	3,4	5	1,8	3	4,2	2,2	4,2	6,2	2,04	3,27	4,6		
KR4	0,15	0,23	0,47	0,17	0,25	0,6	0,35	0,44	0,87	1	1	1	1,24	2,47	3,8	1,64	2,87	4,2	1,8	3	4,2	1,64	2,87	4,2		
KR5	0,3	0,33	0,39	0,3	0,34	0,41	0,34	0,41	0,73	0,51	0,97	1,67	1	1	1	1	1	1	1	1,4	1,8	1	1	1		
KR6	0,15	0,22	0,52	0,31	0,35	0,52	0,5	0,55	0,73	0,5	0,95	1,53	1	1	1	1	1	1	1	1,4	1,8	1	1	1		
KR7	0,13	0,17	0,35	0,13	0,17	0,35	0,16	0,24	0,57	0,5	0,55	0,73	0,84	0,87	1	0,84	0,87	1	1	1	1	0,84	0,87	1		
KR8	0,29	0,71	1,15	0,29	0,31	0,36	0,49	0,92	1,4	0,50	0,95	1,53	1	1	1	1	1	1	1	1,4	1,8	1	1	1		

Selanjutnya adalah membuat tabel rata - rata geometri Fuzzy. Adapun perhitungan untuk menentukan nilai l (*lower*), m (*middle*), u (*upper*) pada tabel menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$G = \sqrt[3]{X1 \times X2 \times X3 \times \dots \times Xn} \quad (3)$$

Berikut adalah hasil nilai rata-rata geometri Fuzzy AHP Kriteria.

Tabel 12. Rata – Rata Geometri Fuzzy AHP

Kriteria			
Kriteria	l	m	u
KR1	12,13	29,12	51,54
KR2	11,87	27,89	49,50
KR3	0,76	2,69	8,10
KR4	0,38	1,15	4,09
KR5	0,25	0,40	0,71
KR6	0,22	0,38	0,82
KR7	0,09	0,14	0,37
KR8	0,27	0,65	1,17
Total	25,969	62,423	116,291
Reverse	0,039	0,016	0,009
Increasing order	0,009	0,016	0,039

Nilai *reverse* adalah nilai kebalikkan dari jumlah total, maka dari itu untuk mencari nilai *reverse* maka masing – masing nilai total pada kolom l, m, dan u dibagi dengan 1, seperti contoh berikut. Sedangkan, untuk mendapatkan nilai *increasing order* maka perlu mengembalikan nilai *reverse* sehingga

dari persamaan l, m, u dan pada nilai *increasing order* = u, m, l pada nilai *reverse*.

Kemudian langkah selanjutnya adalah mencari nilai bobot Fuzzy dengan persamaan sebagai berikut.

$$\hat{W} = \hat{r}_i \times (\hat{r}_1 + \hat{r}_2 + \dots + \hat{r}_n)^{-1} \quad (4)$$

Berikut adalah hasil nilai bobot Fuzzy (\hat{W}) pada kriteria.

Tabel 13. Bobot Fuzzy (\hat{W})

Kriteria	l	m	u
KR1	0,104	0,467	1,985
KR2	0,102	0,447	1,906
KR3	0,007	0,043	0,312
KR4	0,003	0,018	0,157
KR5	0,002	0,006	0,027
KR6	0,002	0,006	0,031
KR7	0,001	0,002	0,014
KR8	0,002	0,010	0,045

Kemudian langkah berikutnya adalah dilakukannya defuzzifikasi untuk menyatukan nilai *lower*, *middle*, dan *upper* sehingga menjadi bentuk awal dengan *metode Center of Area* (COA). Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai M_i (defuzzifikasi) adalah sebagai berikut:

$$M_i = \frac{(l\hat{W}_i + m\hat{W}_i + u\hat{W}_i)}{3} \quad (5)$$

Berikut adalah hasil nilai M_i (*defuzzifikasi*) pada kriteria.

Tabel 14. Nilai M_i (defuzzifikasi)

Kriteria	M_i
KR1	0,852
KR2	0,818
KR3	0,121
KR4	0,060
KR5	0,012
KR6	0,013
KR7	0,006
KR8	0,019
Total	1,9

Langkah terakhir perhitungan Fuzzy AHP kriteria adalah menghitung nilai bobot akhir. Nilai M_i (defuzzifikasi) sudah merupakan bilangan *non-Fuzzy* tetapi masih harus dilakukan normalisasi untuk menghasilkan nilai bobot akhir. Berikut adalah persamaan yang digunakan untuk mendapatkan nilai N_i (Bobot Akhir).

Tabel 15. Bobot Akhir Kriteria Fuzzy AHP

Kriteria	N_i	Rank
KR1	0,448	1
KR2	0,431	2
KR3	0,063	3
KR4	0,031	4
KR5	0,006	7
KR6	0,007	6
KR7	0,003	8
KR8	0,010	5

Pengubahan ke dalam bentuk TFN dan pengolahan data menggunakan metode Fuzzy AHP juga dilakukan pada setiap subkriteria.

Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai bobot global pada masing - masing kriteria dan subkriteria yang telah didapatkan dengan metode Fuzzy AHP. Perhitungan nilai bobot global bertujuan untuk digunakan perhitungan pada metode selanjutnya yaitu TOPSIS. Bobot global merupakan hasil dari perkalian bobot kriteria dan subkriteria. Penggabungan ini dilakukan karena secara hierarki bobot kriteria dan subkriteria memiliki keutuhan nilai masing - masing, sehingga harus digabungkan menjadi bobot global. Bobot kriteria didapatkan dari perhitungan Fuzzy AHP kriteria dan bobot subkriteria didapatkan dari perhitungan Fuzzy AHP subkriteria. Berikut adalah hasil perhitungan dari bobot global.

Tabel 16. Hasil Perhitungan dari Bobot Global

No.	Kriteria	Bobot	Subkriteria	Bobot	Bobot Global
1.	KR1	0,448	A1	0,663	0,297
			A2	0,101	0,045
			A3	0,120	0,054
			A4	0,070	0,032
			A5	0,045	0,020
2.	KR2	0,431	B1	0,188	0,081
			B2	0,590	0,254
			B3	0,222	0,095
3.	KR3	0,063	C1	0,502	0,032
			C2	0,398	0,025
			C3	0,099	0,006
4.	KR4	0,031	D1	0,113	0,004
			D2	0,194	0,006
			D3	0,190	0,006
			D4	0,502	0,016
5.	KR5	0,006	E1	0,281	0,002
			E2	0,388	0,002
			E3	0,331	0,002
6.	KR6	0,007	F1	0,643	0,004
			F2	0,224	0,002
			F3	0,133	0,001
7.	KR7	0,003	G1	0,295	0,001
			G2	0,510	0,002
			G3	0,195	0,001
8.	KR8	0,010	H1	0,224	0,002
			H2	0,157	0,002
			H3	0,060	0,001
			H4	0,560	0,006

4.3 Pengolahan Data TOPSIS

Pada tahap ini data yang digunakan adalah data dari kuisioner ketiga. Data penilaian responden terhadap beberapa alternatif *supplier* dari setiap masing – masing subkriteria akan digabungkan terlebih dahulu dengan menggunakan rata-rata geometrik. Berikut adalah hasil dari penggabungan menggunakan geometri *mean*.

Tabel 17. Bobot Penilaian Alternatif Responden Gabungan

Kriteria	Subkriteria	Supplier			
		Mondi	Trinity	Qingshan	Billerud
KR1	A1	8,320	9,158	5,451	6,868
	A2	8,320	7,560	6,240	6,240
	A3	9,158	9,158	6,240	6,240
	A4	8,320	9,158	6,240	6,240
	A5	10,079	9,158	8,320	9,158
KR2	B1	8,320	8,320	8,320	8,320
	B2	9,158	7,560	3,634	6,240
	B3	9,158	8,320	5,451	6,240
KR3	C1	6,868	9,158	6,868	9,158
	C2	6,868	8,320	6,868	6,868
	C3	7,560	6,868	6,240	6,240
KR4	D1	6,868	8,320	6,240	6,240
	D2	6,240	6,868	6,240	6,240
	D3	7,268	7,268	5,451	6,604
	D4	6,868	9,158	6,868	6,868
KR5	E1	8,320	6,868	6,240	6,240
	E2	8,320	6,868	6,868	6,868
	E3	7,560	8,320	6,868	8,320
KR6	F1	8,320	8,320	7,560	8,320
	F2	7,560	7,560	7,560	7,560
	F3	10,079	6,868	5,451	7,560
KR7	G1	10,079	9,158	6,240	8,320
	G2	7,560	9,158	6,240	8,320
	G3	10,079	8,320	5,451	6,604
KR8	H1	9,158	9,158	9,158	9,158
	H2	7,560	6,868	4,762	7,560
	H3	7,560	6,868	5,451	6,868
	H4	7,560	7,560	7,560	7,560

Selanjutnya adalah menghitung matriks ternormalisasi (R) dengan membagi nilai setiap

kolom dengan akar kuadrat dari total penjumlahan kuadrat total kolom setiap kriteria digunakan dengan persamaan sebagai berikut.

$$R = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}}} \quad (7)$$

Berikut adalah hasil nilai matriks ternormalisasi.

Tabel 18. Nilai Matriks Ternormalisasi

Kriteria	Subkriteria	Supplier			
		Mondi	Trinity	Qingshan	Billerud
KR1	A1	0,549	0,604	0,359	0,453
	A2	0,582	0,529	0,437	0,437
	A3	0,584	0,584	0,398	0,398
	A4	0,547	0,603	0,411	0,411
	A5	0,548	0,498	0,452	0,498
KR2	B1	0,500	0,500	0,500	0,500
	B2	0,659	0,544	0,261	0,449
	B3	0,615	0,559	0,366	0,419
KR3	C1	0,424	0,566	0,424	0,566
	C2	0,473	0,573	0,473	0,473
	C3	0,560	0,509	0,462	0,462
KR4	D1	0,493	0,597	0,448	0,448
	D2	0,487	0,536	0,487	0,487
	D3	0,543	0,543	0,407	0,494
	D4	0,457	0,610	0,457	0,457
KR5	E1	0,597	0,493	0,448	0,448
	E2	0,573	0,473	0,473	0,473
	E3	0,485	0,534	0,441	0,534
KR6	F1	0,511	0,511	0,465	0,511
	F2	0,500	0,500	0,500	0,500
	F3	0,657	0,447	0,355	0,492
KR7	G1	0,588	0,534	0,364	0,486
	G2	0,479	0,580	0,395	0,527
	G3	0,645	0,532	0,349	0,423
KR8	H1	0,500	0,500	0,500	0,500
	H2	0,557	0,506	0,351	0,557
	H3	0,562	0,510	0,405	0,510
	H4	0,500	0,500	0,500	0,500

Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai matriks terbobot. Perhitungan nilai matriks terbobot adalah nilai yang sudah ternormalisasi dikalikan dengan bobot Fuzzy AHP masing – masing subkriteria. Berikut adalah hasil nilai matriks ternormalisasi dan terbobot.

Tabel 19. Nilai Matriks Ternormalisasi dan Terbobot

Kriteria	Subkriteria	Supplier			
		Mondi	Trinity	Qingshan	Billerud
KR1	A1	0,163	0,179	0,107	0,135
	A2	0,026	0,024	0,020	0,020
	A3	0,031	0,031	0,021	0,021
	A4	0,017	0,019	0,013	0,013
	A5	0,011	0,010	0,009	0,010
KR2	B1	0,040	0,040	0,040	0,040
	B2	0,168	0,138	0,066	0,114
	B3	0,059	0,053	0,035	0,040
KR3	C1	0,014	0,018	0,014	0,018
	C2	0,012	0,014	0,012	0,012
	C3	0,004	0,003	0,003	0,003
KR4	D1	0,002	0,002	0,002	0,002
	D2	0,003	0,003	0,003	0,003
	D3	0,003	0,003	0,002	0,003
	D4	0,007	0,010	0,007	0,007
KR5	E1	0,001	0,001	0,001	0,001
	E2	0,001	0,001	0,001	0,001
	E3	0,001	0,001	0,001	0,001
KR6	F1	0,002	0,002	0,002	0,002
	F2	0,001	0,001	0,001	0,001
	F3	0,004	0,003	0,002	0,003
KR7	G1	0,004	0,003	0,002	0,003
	G2	0,001	0,001	0,001	0,001
	G3	0,004	0,003	0,002	0,003
KR8	H1	0,001	0,001	0,001	0,001
	H2	0,001	0,001	0,001	0,001
	H3	0,003	0,003	0,002	0,003
	H4	0,003	0,003	0,003	0,003

Setelah menghitung nilai matriks ternormalisasi dan terbobot dari bobot Fuzzy AHP. Kemudian mencari nilai solusi ideal positif (A+) yang didapatkan dari nilai max masing – masing subkriteria dan nilai solusi ideal negatif (A-) yang didapatkan dari nilai min masing – masing subkriteria. Berikut adalah hasil nilai solusi ideal.

Tabel 20. Nilai Solusi Ideal

Kriteria	Subkriteria	A+ Max	A- Min
KR1	A1	0,179	0,107
	A2	0,026	0,020
	A3	0,031	0,021
	A4	0,019	0,013
KR2	A5	0,011	0,009
	B1	0,040	0,040
	B2	0,168	0,066
KR3	B3	0,059	0,035
	C1	0,018	0,014
	C2	0,014	0,012
KR4	C3	0,004	0,003
	D1	0,002	0,002
	D2	0,003	0,003
	D3	0,003	0,002
KR5	D4	0,010	0,007
	E1	0,001	0,001
	E2	0,001	0,001
KR6	E3	0,001	0,001
	F1	0,002	0,002
	F2	0,001	0,001
KR7	F3	0,004	0,002
	G1	0,004	0,002
	G2	0,001	0,001
	G3	0,004	0,002
KR8	H1	0,001	0,001
	H2	0,001	0,001
	H3	0,003	0,002

Setelah mendapatkan nilai solusi ideal langkah selanjutnya adalah mencari jarak solusi ideal positif (D+) dan jarak solusi ideal negatif (D-). Adapun persamaannya sebagai berikut.

$$D_i = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y^+ - y_{ij})^2}; i = 1,2,3, \dots, m \quad (8)$$

$$D_i = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y^- - y_{ij})^2}; i = 1,2,3, \dots, m \quad (9)$$

Berikut adalah hasil nilai dari jarak solusi ideal positif (D+) dan nilai jarak dari solusi ideal negatif (D-).

Tabel 21. Nilai Jarak Solusi Ideal Positif (D+) dan Solusi Ideal Negatif (D-)

Supplier	Di+	Di-
Mondi	0.0175	0.1188
Trinity	0.0299	0.1047
Qingshan	0.1276	0.0101
Billerud	0.0735	0.0556

Langkah selanjutnya adalah mencari nilai preferensi setiap alternatif *supplier* dengan persamaan sebagai berikut.

$$V_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \quad (10)$$

Berikut adalah hasil nilai preferensi setiap alternatif.

Tabel 22. Perankingan Nilai Preferensi dari Setiap Alternatif

<i>Supplier</i>	Nilai	Rank.
Mondi	0,872	1
Trinity	0,778	2
Qingshan	0,073	4
Billerud	0,431	3

5. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan terkait evaluasi *sustainability supplier* material *kraft paper* di PT Industri Kemasan Semen Gresik (IKSG) didapatkan kesimpulan bahwasanya pada pengolahan data menggunakan metode Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) nilai preferensi tertinggi diperoleh oleh *supplier* Mondi Paper Sales dengan nilai preferensi 0,872. Nilai preferensi kedua adalah Trinity Holding Australian sebesar 0,778. Lalu, nilai preferensi ketiga adalah *supplier* Billerud dengan nilai preferensi 0,431. Untuk nilai preferensi terendah sebesar 0,073 oleh *supplier* Fujian Qingshan Paper Industry. Sehingga dapat disimpulkan bahwasanya Mondi Paper Sales menjadi *supplier kraft paper* terbaik atau *supplier* dengan kondisi paling *sustainable* di PT IKSG. Kemudian diikuti dengan *supplier* Trinity Holding Australian, *supplier* Billerud, dan yang terakhir *supplier* Fujian Qingshan Paper Industry.

Peneliti selanjutnya dapat mengembangkan penelitian evaluasi *sustainability supplier kraft paper* pada PT Industri Kemasan Semen Gresik (IKSG) menggunakan metode pengambilan keputusan yang lain, seperti *Analytic Network Process* (ANP) dan *Measurement of Alternatives by Comparison of Similarity to Ideal Solution* (MARCOS). Peneliti selanjutnya dapat mengembangkan penelitian ini dengan mengimplementasi usulan strategi dalam meningkatkan kinerja pemasok. Usulan strategi perlu diukur keberhasilannya untuk membuktikan apakah strategi yang diberikan

dapat meningkatkan penerapan keberlanjutan pada *supplier kraft paper* di PT IKSG.

DAFTAR PUSTAKA

- Çalik, A. (2020). A Multi-Criteria Evaluation for Sustainable Supplier Selection Based on Fuzzy Sets. *Business and Economics Research Journal*. 10(1): 95–113
- Carter, C. R., & Rogers. D. S. 2008. A Framework of Sustainable Supply Chain Management: Moving Toward New Theory. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*. 38(5): 360-387
- Chang. R. 1998. *Chemistry (Sixth)*. McGraw-Hill. Boston
- Doaly, C. O., Moengin, P., & Chandiawan, G. 2019. Pemilihan Multi-Kriteria Pemasok Department Store Menggunakan Metode Fuzzy Ahp Dan Topsis. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. 7(1): 70–78.
- Ghozali. 2009. *Aplikasi Analisis Dengan Program SPSS*. Universitas Diponegoro. Semarang
- Li, J., Fang, H., & Song, W. 2019. Sustainable supplier selection based on SSCM practices: A rough cloud TOPSIS approach. *Journal of Cleaner Production*. 2(2)2: 606–621
- Menon, R. R., & Ravi. V., 2022. Using AHP-TOPSIS Methodologies in The Selection of Sustainable Suppliers in an Electronics Supply Chain. *Cleaner Materials*. 5(1): 100-130
- Nurhayani. 2022. Analisis Sektor Industri Manufaktur di Indonesia. *Jurnal Paradigma Ekonomika*. 17(03): 2684–7868
- Saaty, T., & Vargas, L. G., 1993. *Models. Methods. Concept & Applications of The Analytic Hierarchy Process: International Series in Operations Research & Management Science (Second)*. Springer
- Sihite. A., & Suhendar. E. (2021). Penilaian Supplier Menggunakan Metode Fuzzy AHP dan TOPSIS di PT. HP. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. 9(1): 71–8
- Wang, C. N., Yang, C. Y., & Cheng, H. C. 2019. A Fuzzy Multicriteria Decision-Making (MCDM) Model for Sustainable Supplier Evaluation and Selection Based on Triple Bottom Line Approaches in The Garment Industry. *Processes*. 7(7): 1–13.

- Giannakis, M., Dubey, R., Vlachos, I., & Ju. Y. 2020. Supplier Sustainability Performance Evaluation Using The Analytic Network Process. *Journal of Cleaner Production*. 254(5): 119-439
- Lou, S., You, X., & Xu, T. 2024. Sustainable Supplier Evaluation: From Current Criteria to Reconstruction Based on ESG Requirements Sustainability. *Switzerland*. 16(2): 1–23
- Hamdan, S., & Cheaitou, A. 2017. Supplier Selection and Order Allocation With Green Criteria: An MCDM and Multi-Objective Optimization Approach. *Computers & Operations Research*. 81: 282-304

