

Analisis Performansi Aktivitas Green Suply Chain Management Dengan Metode Green Scor Berbasis AHP Dan OMAX (Studi Kasus: Perusahaan Minyak dan Gas)

Yahya Rizky Setiyono¹, Dira Ernawati²

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik,

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya, Indonesia

Korespondensi penulis: yahyarizkysetiyono@gmail.com¹, dira.ti@upnjatim.ac.id²

Abstract

The rapid growth in Indonesia's oil and gas sector has led to a number of environmental issues with far-reaching consequences for the region. Attempts to address this issue by adopting a superior Green SCM strategy are under way. Leaking pipes in the production processes have caused environmental damage at PT. ABC, making it one of the oil and gas companies that has not maximized its application of the Green SCM concept. The purpose of this study was to gather data from which the effectiveness of the firm's Green SCM initiatives could be assessed. In this research, we employ a hybrid scoring system comprised of the Green SCOR, the AHP, and the OMAX, with the weighting component being the former. Data processing with the five Green SCOR models of planning, sourcing, manufacturing, delivery, and return to produce 17 key performance indicators. There are a total of 17 key performance indicators (KPIs), with 3 in the red, 2 in the yellow, and 12 in the green. Final performance value of 6,754 for Green SCM operations at this organization falls into the yellow category, indicating that the average or achievement of the performance indicator has not been attained, despite the value being close to the objective.

Keywords: Green Supply Chain Management, Green SCOR, AHP, OMAX, oil and Gas Company

Abstrak

Ekspansi industri minyak dan gas di Indonesia menyebabkan sejumlah masalah lingkungan, yang berdampak buruk pada operasi perusahaan. Salah satu pendekatan untuk memperbaiki masalah ini adalah dengan menggunakan strategi Green SCM yang efektif. PT. ABC adalah salah satu perusahaan minyak dan gas yang belum berhasil mengimplementasikan ide Green SCM, dan sebagai akibatnya, kebocoran pipa pada proses produksi perusahaan telah mengakibatkan kerusakan lingkungan yang cukup besar. Sehubungan dengan hal ini, para peneliti berangkat untuk menilai efektivitas program manajemen rantai pasokan hijau (SCM) dalam tingkat performansi nya. Dalam penelitian ini, kami menggunakan metode skoring yang disebut Green SCOR yang mencakup pembobotan AHP dan OMAX. Sebanyak tujuh belas indikator kinerja utama (KPI) dihasilkan oleh lima model Green SCOR yang digunakan dalam pemrosesan data (plan, source, make, delivery, dan return). Ada 17 indikator kinerja utama, dengan tiga warna merah, dua warna kuning, dan dua belas warna hijau. Dengan skor akhir 6,754 pada tingkat kinerja Green SCM, nilai ini masuk dalam kategori kuning, yang menunjukkan bahwa meskipun mendekati target, (rata-rata), atau pencapaian, namun indikator kinerja tersebut belum terpenuhi.

Received Desember 07, 2022; Revised Januari 02, 2023; Februari 21, 2023

* Yahya Rizky Setiyono, yahyarizkysetiyono@gmail.com

Kata kunci: Green Supply Chain Management, Green SCOR, AHP, OMAX, Perusahaan Minyak dan Gas

I. LATAR BELAKANG

Industrialisasi yang pesat di Indonesia telah menimbulkan sejumlah masalah lingkungan, banyak di antaranya berdampak negatif terhadap lingkungan sekitar perusahaan. Dengan strategi tidak langsung yang dikenal sebagai Green Supply Chain Management, korporasi memodifikasi setiap langkah rantai pasokan agar sesuai dengan prinsip industri ramah lingkungan. Untuk mengurangi konsumsi energi dan pelepasan zat berbahaya ke lingkungan, "Green Supply Chain Management" (GSCM) memasukkan masalah ini ke dalam proses produksi.

Subholding Hulu, dimana PT. ABC adalah bagian, melakukan operasi bisnis minyak dan gas seperti eksplorasi, eksploitasi, dan produksi dan penjualan minyak dan gas. Karena perusahaan ini beroperasi di sektor hulu minyak dan gas, perusahaan ini mengelola sejumlah lokasi pertambangan sehingga bergantung pada berbagai macam pemasok. Karena beberapa pemasok perusahaan belum ideal dalam mengatur aliran minyak mentah, maka perusahaan mengalami keterlambatan pengiriman material dalam proses produksi hingga 35%. Perusahaan harus menghentikan pemompaan dan menutup katup blok setelah minyak mentah bocor dari pipa yang retak akibat fasilitas yang sudah tua, tekanan, dan korosi. Ketika perusahaan tidak cukup memperhatikan pemeliharaan pipa pemasoknya, hal itu dapat menimbulkan konsekuensi serius bagi lingkungan dan masyarakat setempat. Air sumur warga kini berbau tidak sedap, berasa tidak enak, dan tampak keruh akibat konsentrasi hidrokarbon yang jauh melebihi ambang batas pencemaran, yang menunjukkan kerusakan lingkungan akibat fenomena tersebut.

Gagasan untuk mencapai hasil melalui kerja keras adalah asal mula istilah "kinerja". Meskipun hasil akhir dari pekerjaan itu penting, kinerja itu sendiri juga penting [2]. Penting untuk menganalisis atau memantau kinerja untuk melihat apakah ada perubahan pada rencana awal atau apakah hasil yang diinginkan telah tercapai [3]. Tujuan utama evaluasi kinerja ini adalah untuk menilai di mana perbaikan dapat dilakukan dan untuk mendapatkan wawasan tentang keadaan kinerja saat ini [4]. Membantu meningkatkan kinerja agar kegiatan terfokus pada tujuan dan sasaran program; alokasi sumber daya dan pengambilan keputusan; mewujudkan akuntabilitas publik; dan meningkatkan komunikasi kelembagaan [5] adalah tiga tujuan utama pengukuran kinerja.

Penelitian Arjuna [6] adalah salah satu contoh dari sekian banyak yang telah melihat masalah yang terkait dengan kinerja green SCM, menunjukkan kesulitan yang dimiliki bisnis dalam beradaptasi dengan tuntutan baru yang diberikan pada mereka untuk menyediakan produk hijau, serta dampak besar yang ditimbulkannya. manajemen karyawan pada persyaratan lingkungan memiliki kinerja rantai. memasok. Penelitian oleh Jawad [7] menunjukkan hal yang sama, menunjukkan kekhawatiran tentang aktivitas di sepanjang rantai pasok perusahaan yang memiliki pengaruh merugikan terhadap lingkungan sekitar, dan karenanya perlu untuk meningkatkan rantai pasok guna meningkatkan kinerja GSCM perusahaan. Lebih lanjut, penelitian Widya [8] mengungkapkan bahwa implementasi green supply chain perusahaan belum berhasil dan efisien sehingga menimbulkan masalah produksi.

Penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa operasi rantai pasokan perusahaan mengalami masalah saat kinerja tidak diukur. Istilah "rantai pasokan" mengacu pada jaringan fisik bisnis yang mencari bahan, memproduksi produk, dan mendistribusikannya ke konsumen, serta strategi manajemen, prosedur, dan teknologi yang digunakan oleh bisnis ini [9]. Keberhasilan rantai pasokan tergantung pada komunikasi dan kerja sama yang efektif antara semua entitas yang terlibat, baik di dalam maupun di luar perusahaan yang menyediakan barang atau jasa. Ini menyoroti kebutuhan akan sistem yang mengukur kinerja tidak hanya dalam bisnis tetapi juga antara mitra rantai pasokannya [10]. Green Supply Chain Management adalah suatu pendekatan untuk melaksanakan strategi rantai pasokan yang mempertimbangkan kebutuhan untuk melestarikan lingkungan dan mengurangi efek negatif yang ditimbulkan oleh industri sebagai akibat dari perubahan yang dibawa oleh revolusi industri [11]. Pentingnya peran industri dalam penyelamatan lingkungan melalui minimalisasi limbah dan pencegahan polusi [12] memunculkan gagasan Green Supply Chain Management (GSCM). Untuk meningkatkan strategi kompetitif, "Green Supply Chain Management" [13] menyerukan peningkatan efisiensi energi dan penurunan polusi serta kinerja pemasaran dan tantangan lingkungan lainnya.

Rantai pasokan telah berkembang menjadi operasi yang disederhanakan berkat penggunaan praktik mutakhir. Rantai pasokan dapat dibuat lebih efisien dan ramah pelanggan dengan menggunakan model standar untuk mengevaluasi proses dan hasil mereka. Model SCOR adalah alat diagnostik untuk SCM yang memberikan wawasan ke dalam semua operasi bisnis dan elemen kunci yang berkontribusi terhadap kepuasan

pelanggan [14]. Sederhananya, model ini adalah model berbasis proses [15]. Banyak faktor lingkungan dimasukkan ke dalam model SCOR oleh varian Green SCOR. Dampak lingkungan dari rantai pasokan dapat dikelola dengan menggunakan pendekatan ini [16]. Untuk mengelola operasi rantai pasokan dan masalah lingkungan dengan lebih baik, konsep Green SCOR mengusulkan untuk mengembangkan alat analisis yang menggambarkan keterkaitan kedua area ini [17]. Merumuskan, Memperoleh, Memproduksi, Membubarkan, dan Menyampaikan kembali adalah lima kategori penilaian utama yang sama yang digunakan dalam paradigma ini. Green SCOR, di sisi lain, dibedakan oleh ciri kerjanya, yang meliputi ketergantungan, daya tanggap, dan kemampuan beradaptasi [18].

Menggunakan evaluasi subyektif dari relevansi masing-masing variabel, Analytical Hierarchy Process (AHP) memodelkan solusi dari masalah rumit dalam struktur hierarkis [19]. Hasil wawancara dengan bisnis tentang kriteria dan pemasok yang digunakan bisnis untuk memilih pemasok [20] digunakan untuk menyiapkan struktur hierarkis. Dengan menggunakan Analytical Hierarchy Process sebagai model panduan, kita dapat menerapkan pembobotan pada indikator kinerja kita dan kemudian menggunakan OMAX (Objective Matrix) untuk menghitung skor keberhasilan setiap indikator [21]. Ukuran peningkatan indikator pencapaian selama periode pengukuran sebelumnya merupakan indikasi kualitas analisis kinerja atau pengukuran kinerja [22]. Bagian integral dari teknik penilaian OMAX adalah sistem lampu lalu lintas [23] yang menunjukkan apakah indikator kinerja tertentu harus diubah atau tidak.

Diharapkan temuan dari penelitian ini akan terbukti berguna dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi organisasi untuk mengetahui apakah penerapan green supply chain pada perusahaan telah berjalan efektif dan efisien serta mengetahui tingkat performansi menggunakan pendekatan Green SCOR berbasis AHP dan OMAX. Pendekatan ini dapat memberikan usulan perbaikan guna meminimalisir permasalahan lingkungan sekitar. Sehingga penelitian ini dapat memberikan evaluasi dan meningkatkan performansi Green SCM pada perusahaan.

II. METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Menggunakan Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Objective Matrix (OMAX) sebagai sistem penilaian, penelitian ini memberikan investigasi kuantitatif ke dalam Green Supply Chain Operating System (Green SCOR). Penelitian ini dilakukan di sebuah perusahaan minyak dan gas Indonesia.

Populasi dan Sampel

Data pemakaian material tahun 2022 dijadikan sebagai sampel penelitian dari populasi seluruh data material milik perusahaan.

Strategi untuk Mengumpulkan dan Menganalisis Informasi

Penelitian ini menggunakan observasi, wawancara, dan kuesioner untuk memperoleh data. Baik wawancara langsung maupun wawancara mendalam digunakan untuk mengobservasi objek kajian dengan harapan mendapatkan wawasan tentang objek tersebut. Manajemen puncak perusahaan mengisi survei tentang sistem rantai pasokan perusahaan, yang akan digunakan untuk melengkapi data primer yang ada.

Dalam analisis data dapat diselesaikan dengan urutan sebagai berikut:

Kerangka Green SCOR akan digunakan untuk mengkategorikan Key Performance Indicators (KPIs) yang berasal dari literatur dan disesuaikan untuk bisnis. Hal ini dilakukan agar membandingkan setiap indikator dengan indikator lainnya tidak terlalu rumit.

Setelah KPI diidentifikasi, divalidasi, dan diberi bobot, pemeriksaan konsistensi dilakukan. Pendekatan pembobotan AHP menggunakan skala dengan peringkat kepentingan antara 1 dan 9, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tingkat prioritas ditunjukkan pada Tabel 1.

Intensitas Kepentingan	Keterangan
1	"Kedua elemen sama pentingnya (<i>Equal Importance</i>)".
3	"Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada".
5	"Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya".
7	"Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada".
9	"Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya".
2,4,6,8	"Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan-pertimbangan yang berdekatan (<i>Compromise values</i>)".

Untuk menentukan nilai Eigen Maksimum (λ_{max}), harus dilakukan perhitungan Normalisasi Vektor Eigen dengan cara menjumlahkan setiap kolom, lalu bagi jumlah tersebut dengan jumlah total kondisi. Gunakan rumus berikut untuk menentukan Indeks Konsistensi (CI):

$$CI = (\lambda_{maks} - n) / ((n - 1) \cdot RI)$$

Melakukan perhitungan Consistency Ratio, dengan rumus sebagai berikut:

$$CR = CI / RI$$

CR: Consistency Ratio

CI: Consistency Index

IR: Indeks Random Consistency

λ_{max} : nilai eigen tertinggi

n: Berapa banyak hal yang dibandingkan

Pelajari cara menggunakan skala perbandingan RCI (IR). Jika nilai CR kurang dari 0,1, hasil perhitungan dapat dipercaya; jika lebih besar dari 0,1, survei harus didistribusikan kembali.

Sistem scoring ini bertujuan untuk menentukan nilai pencapaian setiap KPI goal dengan membuat tabel OMAX menggunakan rumus:

$$((S_{max} - s_i) / (S_{max} - S_{min})) \times 100\%$$

Untuk melengkapi tabel OMAX dengan benar, harap ikuti prosedur ini; Letakkan 10 di papan skor tempat standar awal berada. Masukkan angka atau persentase yang diinginkan ke dalam kotak 10. Beri skor yang paling rendah pada garis pengamatan 0.

Selain itu, nilai kinerja rantai pasokan hijau ditentukan dengan menentukan apakah hasil kinerja dapat memenuhi target perusahaan dari setiap KPI. Skor Key Performance Indicator (KPI) dapat dievaluasi menggunakan Traffic Light System (TLS) untuk melihat apakah perlu perbaikan (0-3) Dari 1 sampai 3, gunakan merah, 4-7 gunakan kuning, dan 10 gunakan hijau.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi KPI

Pertimbangan konsep dan kondisi green SCOR di sepanjang rantai pasok merupakan salah satu faktor yang berkontribusi terhadap kelestarian lingkungan terkini di PT. A B C. Plan, Source, Make, Deliver, dan Return adalah lima prinsip dasar manajemen yang digunakan dalam penyelidikan ini. Berikut Indikasi yang digunakan (KPI),

TABEL 2 ATRIBUT KPI PADA ANALISIS PERFORMANSI GREEN SUPPLY CHAIN PT. ABC

<i>The Factor Rating</i>	<i>Measurement of Critical Success Factors</i>		Keterangan
<i>PLAN</i>	<i>Reliability</i>	<i>Energy Used</i>	"Total penggunaan energi yang dibutuhkan pada proses produksi".
		<i>Water Used</i>	"Total penggunaan air yang dibutuhkan pada proses produksi".
<i>SOURCE</i>	<i>Reliability</i>	<i>% of Supplier with an EMS or ISO 14000 Certification</i>	"Presentase <i>supplier</i> yang memiliki sertifikasi sistem pengelolaan lingkungan atau ISO 14000".
		<i>% Orders Received Damage Free</i>	"Presentase bahan baku yang tidak terbaur bahan lain".
		<i>% of Hazardous Material in Inventory</i>	"Presentase jumlah material berbahaya pada persediaan dari total material persediaan".
	<i>Responsiveness</i>	<i>Supplier Delivery Lead Time</i>	"Rata-rata rentang pengiriman".

<i>MAKE</i>	<i>Reliability</i>	<i>Yield</i>	"Efisiensi material yang berguna untuk mengukur tingkat efisiensi yang digunakan pada proses produksi".
		<i>Make Liquid Emission</i>	"Mengukur limbah cair yang dibuang selama produksi".
		<i>% Materials that is Classified</i>	"Presentase material produk destilasi".
	<i>Responsiveness</i>	<i>Number of Operation Trouble</i>	"Mengukur tingkat perbaikan kerusakan habitat karena operasi perusahaan".
	<i>Flexibility</i>	<i>Recyclable Defect</i>	"Tingkat kebocoran pipa proses produksi".
<i>DELIVER</i>	<i>Reliability</i>	<i>Deliver Quantity Accuracy</i>	"Mengukur presentase jumlah permintaan yang dapat dipenuhi perusahaan hingga produk terkirim".
		<i>% Shipping Document Accuracy</i>	"Presentase dari dokumen pengiriman yang lengkap, benar, dan tersedia pada waktu dan kondisi yang di inginkan pelanggan, pemerintah, dan pihak-pihak yang berkaitan dengan <i>supply chain</i> ".
	<i>Responsiveness</i>	<i>Delivery Lead Time</i>	"Waktu sejak memesan produk sampai terambil".
	<i>Flexibility</i>	<i>Minimum Delivery Quantity</i>	"Jumlah minimum pengiriman".
<i>RETURN</i>	<i>Reliability</i>	<i>% of Complaint Regarding Missing Environmental Requirements from Products</i>	"Presentase banyak keluhan dari costumers terkait spesifikasi dan persyaratan lingkungan dari produk".
	<i>Responsiveness</i>	<i>% of Error – free return shipped</i>	"Presentase tingkat pengembalian material persediaan jadi ke pemasok".

Sumber: Hasil wawancara perusahaan

Analisis pembobotan indikator menggunakan "Green Supply Chain Operation Reference (GSCOR)". dan evaluasi kuantitatif konsistensi internal KPI adalah untuk menetapkan signifikansi relatif dari berbagai KPI. Metode hierarki analitik adalah ide dasar yang digunakan dalam prosedur pembobotan (AHP). Green SCOR adalah sistem

pembobotan tiga tingkat, dengan level 1 yang berfokus pada empat proses rantai pasokan hijau utama (Plan, Source, Make, Deliver, dan Return). Sesuai dengan kondisi perusahaan, level 2 mencakup tiga fitur atau kapabilitas mendasar: Reliability, Responsiveness, dan fleksibilitas; tingkat 3 memiliki tujuh belas indikator.

Kuesioner berbobot dikatakan konsisten jika dan hanya jika Rasio Konsistensi lebih kecil dari 0,1 (10%). Jika nilai Consistency Ratio kurang dari 0,1, maka nilai pembobotan ini dapat dimanfaatkan sebagai nilai pembobotan kriteria [24].

TABEL 3 HASIL KUISIONER LEVEL 1

KPI	<i>PLA N</i>	<i>SOUR CE</i>	<i>MA KE</i>	<i>DELIV ER</i>	<i>RETU RN</i>
<i>PLAN</i>	1	3	5	7	7
<i>SOUR CE</i>		1	3	3	5
<i>MAKE</i>			1	3	5
<i>DELIV ER</i>				1	3
<i>RETU RN</i>					1

Sumber: Data primer diolah

TABEL 4 TABEL KONTRAS, LEVEL 1

KPI	<i>PLA N</i>	<i>SOUR CE</i>	<i>MA KE</i>	<i>DELIV ER</i>	<i>RETU RN</i>
<i>PLAN</i>	1	3	5	7	7
<i>SOUR CE</i>	0,33	1	3	3	5
<i>MAKE</i>	0,20	0,33	1	3	5
<i>DELIV ER</i>	0,14	0,33	0,33	1	3
<i>RETU RN</i>	0,14	0,20	0,20	0,33	1
TOTAL	1,81	4,86	9,53	14,33	21

Sumber: Data primer diolah

Menemukan bobot yang diberikan untuk setiap atribut tugas pertama-tama harus mendapatkan hasil dari matriks normalisasi dan kemudian memasukkan nilainya ke dalam kolom matriks yang dinormalisasi.

TABEL 5 MATRIKS HASIL KHAS DENGAN BOBOT VARIABLE UNTUK ANALISIS

KPI	PLA N	SOUR CE	MA KE	DELIV ER	RETU RN	JUML AH
PLAN	0,55 2	0,617	0,52 5	0,489	0,333	2,516
SOUR CE	0,18 2	0,206	0,31 5	0,209	0,238	1,150
MAKE	0,11 0	0,068	0,10 5	0,209	0,238	0,730
DELIV ER	0,07 8	0,068	0,03 4	0,070	0,143	0,393
RETU RN	0,07 8	0,041	0,02 1	0,023	0,048	0,211
JUML AH	1,00 0	1,000	1,00 0	1,000	1,000	5,000

Sumber: Data primer diolah

Menerapkan uji konsistensi pada kriteria

Pemeriksaan konsistensi ini dihitung dengan mengalikan dua matriks yang membandingkan dua aspek pekerjaan dengan menggunakan bobot berikut:

TABEL 6. MENGGABUNGKAN MATRIKS ANTRIBUT KERJA

KPI	PLAN	SOURCE	MAKE	DELIVE R	RET URN	JUM LAH
PLA N	1(2,516) = 2,516	3(1,150) = 3,450	5(0,730) = 3,650	7(0,393) = 2,751	7(0,2 11) = 1,477	13,84 4
SOU RCE	0,33(2,51 6) = 0,830	1(1,150) = 1,150	3(0,730) = 2,190	3(0,393) = 1,179	5(0,2 11) = 1,055	6,404
MAK E	0,20(2,51 6) = 0,503	0,33(1,15 0) = 0,380	1(0,730) = 0,730	3(0,393) = 1,179	5(0,2 11) = 1,055	3,847
DELI VER	0,14(2,51 6) = 0,352	0,33(1,15 0) = 0,380	0,33(0,73 0) = 0,240	1(0,393) = 0,393	3(0,2 11) = 0,633	1,998
RET URN	0,14(2,51 6) = 0,352	0,20(1,15 0) = 0,230	0,20(0,73 0) = 0,146	0,33(0,39 3) = 0,130	1(0,2 11) = 0,211	1,069

Sumber: Data primer diolah

Untuk melakukan uji konsistensi kolom total, diagonal matriks berikut digunakan untuk membagi jumlah Matriks Hasil Normalisasi dengan jumlah Uji Level 1.

Jumlah Matriks Hasil Normalisasi	: Kuantitas Ujian	= Hasil
13,844	: 2,516	= 5,502
6,404	: 1,150	= 5,569
3,847	: 0,730	= 5,270
1,998	: 0,393	= 5,084
1,069	: 0,211	= 5,066

$$\lambda_{max} = \frac{\sum (5,502+5,569+5,270+5,084+5,066)}{5} = 5,298$$

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{n-1} = 0,075$$

Berdasarkan pada Random Index diperoleh nilai RI dari n = 5 adalah 1,12.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,075}{1,12} = 0,068$$

Nilai maksimum () didapatkan sebesar 5,298 dengan Indeks Konsistensi (CI) 0,075 dan Random Index (RI) 1,12 di seluruh Operasi bisnis meliputi Plan, Source, Make, Deliver, dan Return. Dengan demikian nilai Consistency Ratio (CR) adalah 0,068, dengan nilai CR Jika nilainya 0,1 atau kurang, maka data tersebut dapat diandalkan dan dapat diperhitungkan dengan baik dalam perhitungan.

TABEL 7 HASIL PEMBOBOTAN MATRIKS GREEN SCOR

No	Proses	Bobot Level 1	Atribut	Bobot Level 2	Key Performance Indicator	Bobot Level 3	Bobot Akhir
1	Plan	0,552	Reliability	1	EU	0,833	0,460
2					WU	0,167	0,092
3	Source	0,206	Reliability	0,833	%SWEIC	0,740	0,127
4					%ORDF	0,090	0,015
5					%HMI	0,160	0,027
6			Responsiveness	0,167	SDLT	1	0,034
7	Make	0,105	Reliability	0,600	Y	0,740	0,047
8					MLE	0,090	0,006
9					%MTIC	0,160	0,010
10					Responsiveness	0,200	NOT
11			Flexibility	0,200	RD	1	0,021
12	Deliver	0,070	Reliability	0,690	DQA	0,500	0,024
13					%SDA	0,500	0,024
14					Responsiveness	0,111	DLT
15			Flexibility	0,188	MDQ	1	0,013
16	Return	0,048	Reliability	0,670	%CRMERFP	1	0,032
17			Responsiveness	0,330	%OEFRS	1	0,016

Sumber: Data primer diolah

Tabel 7 menampilkan temuan perbandingan berpasangan yang dibuat di Level 1 untuk lima proses Referensi Operasional Rantai Pasokan Hijau (GSCOR). Proses Plan memiliki bobot tertinggi (0,552), diikuti oleh proses Source (0,206), proses Make (0,110), proses Deliver (0,070), dan terakhir proses Return (0,048).

Hasil akhir pembobotan perbandingan atribut-demi-atribut Level 2 berpasangan diantaranya; Atribut Plan-Reliability diberi bobot 1, atribut Source-Reliability diberi bobot 0,833, dan atribut Source-Responsiveness diberi bobot 0,167. Atribut Make-Reliability diberi bobot 0,600, atribut Make-Responsiveness diberi bobot 0,200, atribut Make-Flexibility diberi bobot 0,200, dan Deliver-Reli Selain itu, setiap indikasi mengalami Level 3 proses pembobotan.

Hasil pembobotan perbandingan berpasangan level 3 pada masing-masing indikator. Indikator Energy Used sebesar 0,833 dengan bobot akhir 0,460; Water Used sebesar 0,167 dengan bobot akhir 0,092; Supplier with an EMS or ISO 14000 Certification sebesar 0,740 dengan bobot akhir 0,127; Orders Received Damage Free

sebesar 0,090 dengan bobot akhir 0,015; Hazardous Material in Inventory sebesar 0,160 dengan bobot akhir 0,027 Supplier Delivery Lead Time sebesar 1 dengan bobot akhir 0,034; Yield sebesar 0,740 dengan bobot akhir 0,047; Make Liquid Emission sebesar 0,090 dengan bobot akhir 0,006; Materials that is Classified sebesar 0,160 dengan bobot akhir 0,010; Number of Operation Trouble sebesar 1 dengan bobot akhir 0,021; Recyclable Defect sebesar 1 dengan bobot akhir 0,021; Deliver Quantity Accuracy sebesar 0,500 dengan bobot akhir 0,024; Shipping Document Accuracy sebesar 0,500 dengan bobot akhir 0,024; Delivery Lead Time sebesar 1 dengan bobot akhir 0,008; Minimum Delivery Quantity sebesar 1 dengan bobot akhir 0,013; Complaint Regarding Missing Environmental Requirements from Products sebesar 1 dengan bobot akhir 0,032; Error – free return shipped sebesar 1 dengan bobot akhir 0,016.

Nilai bobot (scoring) masing-masing indikator akan dikalikan dengan skor untuk menentukan tingkat kinerja rantai pasok perusahaan secara keseluruhan menurut konsep Green SCOR. Tabel 8 berikut menampilkan hasil perhitungan Normalisasi OMAX yang digunakan dalam penelitian ini untuk mendapatkan nilai kinerja akhir.

TABEL 8 NILAI PERFORMANSI KPI DENGAN OMAX

Proses Bisnis	Key Performance Indicator	Satuan	Periode												Performance	Target Realistis	Rata-rata	Pencapaian Terbunak
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Plan	EU	GJ/Bhls	0,021	0,022	0,0212	0,0213	0,0212	0,0212	0,0211	0,02	0,021	0,021	0,020	0,0213	0,0213	0,022	0,021	0,02
	WU	m ³	0,271	0,27	0,269	0,269	0,27	0,271	0,271	0,27	0,27	0,269	0,27	0,271	0,271	0,271	0,27	0,269
Source	%SWEIC	Persen	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
	%ORDE	Persen	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
	%HMI	Persen	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
	SDLT	Hari	9	8	3	4	4	3	5	4	5	3	5	7	7	9	5	3
Make	Y	Persen	40,7	41,62	41,71	41,88	40,78	41,71	40,95	41,88	40,78	41,71	40,95	41,03	41,03	41,88	41,31	40,7
	MLE	Persen	88	88	81	81	75	82	78	78	85	79	82	88	88	88	82	75
	%MTIC	Persen	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
	NOT	Persen	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
	RD	Persen	0,3	0,1	2,7	0,1	0,5	2,3	0,2	1,8	0,2	1,8	0,2	1	1	2,7	0,9	0,1
Deliver	DQA	Persen	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
	%SDA	Persen	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
	DLT	Hari	3	4	2	4	2	3	2	2	3	3	4	4	4	4	3	2
	MDO	BOPD	91302	91300	91303	91302	91302	91301	91303	91302	91302	91303	91302	91302	91302	91302	91302	91300
Return	%CMEFRP	Persen	40	44	43	29	33	31	33	0	27	40	30	67	67	67	35	0
	%OEFRS	Persen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Sumber: Data proses diolah

Ini adalah ilustrasi tentang cara menurunkan matriks objektif untuk metrik Penggunaan Energi Indikator Kinerja Utama.

1. Level yang sudah diketahui

Level 0 = 0,020

Level 3 = 0,021

Level 10 = 0,022

2. Perhitungan level 1 sampai level 2

Rumus interpolasi 0 dan 3

$$(Level\ 3 - Level\ 0) / (3 - 0) = (0,021 - 0,02) / (3 - 0) = 0,00034$$

$$Level\ 1 = 0,020 + 0,00034 = 0,02034$$

$$Level\ 2 = 0,02033 + 0,00034 = 0,02067$$

3. Perhitungan level 4 sampai level 9

Rumus interpolasi 3 dan 10

$$(Level\ 10 - Level\ 3) / (10 - 3) = (0,022 - 0,021) / (10 - 3) = 0,00014$$

$$Level\ 4 = 0,021 + 0,00014 = 0,02114$$

$$Level\ 5 = 0,02114 + 0,00014 = 0,02128$$

$$Level\ 6 = 0,02128 + 0,00014 = 0,02142$$

$$Level\ 7 = 0,02142 + 0,00014 = 0,02156$$

$$Level\ 8 = 0,02156 + 0,00014 = 0,0217$$

$$Level\ 9 = 0,0217 + 0,00014 = 0,02184$$

Selanjutnya, semua KPI dihitung menggunakan metode yang sama seperti yang ditunjukkan pada contoh sebelumnya. Tabel berikut menampilkan hasil perhitungan matriks objektif (OMAX) dan sistem lampu lalu lintas (TLS) untuk semua KPI.

TABEL 9 HASIL SCORING DENGAN OMAX DAN TLS

Indikator	PLAN		SOURCE				MAKE				DELIVER				RETURN			
Key Performance Indicator	EU	WU	%SWERC	%ORDF	%HMI	SDLT	Y	MLE	%MTC	NOI	RD	DQA	%SDA	%DLI	MDQ	%CRMRF	%OFRS	
Performance																		
Target Realitas	10	0,0213	0,2710	100	100	100	7,00	41,03	88,00	100	100	100	100	4,00	91302	67,00	0	
	9	0,02184	0,2709	100	100	100	8,43	41,799	87,143	100	100	2,44	100	3,86	91302,86	62,43	0	
	8	0,0217	0,2707	100	100	100	7,86	41,717	86,286	100	100	2,19	100	3,71	91302,71	57,86	0	
	7	0,02156	0,2706	100	100	100	7,29	41,636	85,429	100	100	1,93	100	3,57	91302,57	53,29	0	
	6	0,02142	0,2704	100	100	100	6,71	41,554	84,571	100	100	1,67	100	3,43	91302,43	48,71	0	
	5	0,02128	0,2703	100	100	100	6,14	41,473	83,714	100	100	1,41	100	3,29	91302,29	44,14	0	
	4	0,02124	0,2701	100	100	100	5,57	41,391	82,857	100	100	1,16	100	3,15	91302,15	39,57	0	
Nilai Rata-Rata		0,0210	0,2700	100	100	100	3,00	41,310	82,00	100	100	0,80	100	3,14	91302	35,00	0	
		0,02067	0,2697	100	100	100	4,33	41,107	79,667	100	100	0,63	100	3,00	91301,33	23,33	0	
		0,02034	0,2693	100	100	100	3,67	40,903	77,333	100	100	0,37	100	2,67	91300,67	11,67	0	
Pencapaian Terbaik	10	0,0200	0,2690	100	100	100	3,00	40,7	75,0	100	100	0,1	100	2,00	91300	0,00	0	
SCOR	8	0,0210	0,2700	100	100	100	3,00	41,310	82,00	100	100	0,80	100	3,14	91302	35,00	0	
Bobot		0,460	0,092	0,127	0,015	0,027	0,034	0,0470	0,006	0,010	0,021	0,021	0,024	0,024	0,008	0,013	0,032	0,016
Nilai		2,30	0,92	1,27	0,15	0,27	0,238	0,094	0,06	0,10	0,21	0,063	0,24	0,24	0,08	0,039	0,32	0,16
Total			3,22				1,928					0,527			0,599			0,48

Sumber: Data proses diolah

Indikator kinerja utama (KPI) dan hasil pembobotan dari Analytical Hierarchy Process (AHP) diturunkan dari keluaran desain sistem analisis kinerja. Selain itu, sesuai dengan data yang ditunjukkan di bawah ini, kami menggunakan Objective Matrix (OMAX) dan Traffic light system (TLS) untuk melakukan pengukuran dan skor kami.

TABEL 10 HASIL PERFORMANSI GREEN SCM DENGAN TLS

Key Performance Indicator	Keterangan KPI	Hasil Pengukuran		
		Bobot	Score	Nilai
"Energy Used".	"Total penggunaan energi yang dibutuhkan pada proses produksi".	0,460	5	2,30
"Water Used".	"Total penggunaan air yang dibutuhkan pada proses produksi".	0,092	10	0,92
"% of Supplier with an EMS or ISO 14000 Certification".	"Presentase <i>supplier</i> yang memiliki sertifikasi sistem pengelolaan lingkungan atau ISO 1400".	0,127	10	1,27
"% Orders Received Damage Free".	"Presentase bahan baku yang tidak terbaur bahan lain".	0,015	10	0,15
"% of Hazardous Material in Inventory".	"Presentase jumlah material berbahaya pada persediaan dari total material persediaan".	0,027	10	0,27
"Supplier Delivery Lead Time".	"Rata-rata rentang pengiriman".	0,034	7	0,238
"Yield".	"Efisiensi material yang berguna untuk mengukur tingkat efisiensi yang digunakan pada proses produksi".	0,0470	2	0,094
"Make Liquid Emission".	"Mengukur limbah cair yang dibuang selama produksi".	0,006	10	0,06
"% Materials that is Classified".	"Presentase material produk destilasi".	0,010	10	0,10
"Number of Operation Trouble".	"Mengukur tingkat perbaikan kerusakan habitat karena operasi perusahaan".	0,021	10	0,21
"Recyclable Defect".	"Tingkat kebocoran pipa proses produksi".	0,021	3	0,063
"Deliver Quantity Accuracy".	"Mengukur presentase jumlah permintaan yang dapat dipenuhi perusahaan hingga produk terkirim".	0,024	10	0,24
"% Shipping Document Accuracy".	"Presentase dari dokumen pengiriman yang lengkap, benar, dan tersedia pada waktu dan kondisi yang di inginkan pelanggan, pemerintah, dan pihak-pihak yang berkaitan dengan <i>supply chain</i> ".	0,024	10	0,24
"Delivery Lead Time".	"Waktu sejak memesan produk sampai terambil".	0,008	10	0,08
"Minimum Delivery Quantity".	"Jumlah minimum pengiriman".	0,013	3	0,039
"% of Complaint Regarding Missing Environmental Requirements from Products".	"Presentase banyak keluhan dari costumers terkait spesifikasi dan persyaratan lingkungan dari produk".	0,032	10	0,32
"% of Error – free return shipped".	"Presentase tingkat pengembalian material persediaan ke pemasok".	0,016	10	0,16
Nilai Total Analisis Performansi				6,754

Sumber: Data proses diolah

Dua KPI masuk kategori kuning, tiga KPI masuk kategori merah, dan dua belas KPI masuk kategori hijau, seperti terlihat pada tabel di atas. Nilai total dari rantai pasokan hijau perusahaan saat ini didapatkan menjadi 6,754. (kategori kuning atau rata-rata).

Berdasarkan angka tersebut, Analisis Performansi Green Supply Chain PT. ABC berada pada zona kuning yang berarti perusahaan belum cukup memenuhi targetnya dari segi rata-rata atau pencapaian indikator kinerja tersebut. Kinerja rantai pasokan hijau perusahaan dapat ditingkatkan dengan berfokus pada indikator kinerja utama (KPI) yang belum mencapai tujuan dan melakukan penyesuaian untuk membawanya ke sana. Bagaimanapun, KPI merah adalah yang perlu diperbaiki terlebih dahulu karena nilai pencapaiannya sangat rendah dibandingkan targetnya. Indikator kinerja utama ini akan berdampak buruk pada kegiatan produksi perusahaan jika tidak segera ditangani. Indikator kinerja utama (KPI) hijau memuaskan tetapi mungkin lebih baik.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Studi ini menggunakan pendekatan SCOR hijau, yang didasarkan pada AHP dan OMAX, untuk menyelidiki efektivitas operasi manajemen rantai pasokan hijau, dan temuannya adalah sebagai berikut:

Kegiatan rantai pasokan ramah lingkungan PT ABC menerima skor kinerja keseluruhan 6,754 dari 10; yang menempatkan mereka dalam rentang kinerja rata-rata (kuning). Ada total 17 indikator kinerja utama (KPI), dengan 3 warna merah, 2 warna kuning, dan 12 warna hijau. Yield, Recyclable Defect, dan Minimum Delivery Quantity adalah warna merah. Energy Used dan Supplier Delivery Lead Time dengan warna kuning. Walaupun nilainya mendekati target, namun pencapaian indikator kinerja tersebut belum maksimal, dan perusahaan perlu mengambil tindakan perbaikan pada setiap indikator KPI untuk meningkatkan nilai kinerja rantai pasok hijaunya.

DAFTAR PUSTAKA

- Heriyanto, H., & Noviardy, A. "Kinerja Green Supply Chain Management Dilihat Dari Aspek Reverse Logistic dan Green Procurement pada UKM Kuliner di Kota Palembang." *Mbia*, 18(1), 65–75, 2019, <https://doi.org/10.33557/mbia.v18i1.322>
- ZULFIKAR, D. D., & Ernawati, D. "Pengukuran Kinerja Supply Chain Menggunakan Metode Green Score Di Pt. Xyz,". *Juminten*, 1(1), 12–23, 2020, <https://doi.org/10.33005/juminten.v1i1.3>
- Khair, F., Dendhy, D., & Wijaya, I. "Perancangan Pengukuran Kinerja Sistem Rantai Pasok Perusahaan Injeksi Plastik Menggunakan Lean & Green Supply Chain Management (Lgscm)," *XIII(1)*, 48–60, 2019.
- Parwati, C. I., Sulistyaningsih, E., Winarni, W. "Merancang Model Pengukuran Kinerja Green Supply Chain. Conference on Industrial Engineering and Halal Industries (CIEHIS) 16,". *Prosiding*, 1(1), 283–290, 2019.
- R. Widyasari, A. F. Hidayat, and Z. W. Baskara, "Agrointek : Jurnal Teknologi Industri Pertanian," *Agrointek*, vol. 14, no. 2, pp. 67–74, 2020.
- Arjuna, Santoso, Heryanto, R, M., "Green Supply Chain Performance Measurement using Green SCOR Model in Agriculture Industry: A Case Study". *Jurnal Teknik Industri* 24(1): 53-60, 2022.
- Jawad, A, M., Baihaqi, I., dan Ardiantono, D.S. "Analisis Dan Perbaikan Kinerja Green Supply Chain Management Perusahaan (Studi Kasus: Joint Operating Body Pertamina-Petrochina East Java)," *Jurnal Teknik ITS: F17-F24*. 34363-84335-1-Pb. 8(1), 2019.
- Widya, I., Putri, K., & Surjasa, D. "Pengukuran Kinerja Supply Chain Management Menggunakan Metode SCOR (Supply Chain Operation Reference), AHP (Analytical Hierarchy Process) dan OMAX (Objective Matrix) di PT. X,". *Jurnal Teknik Industri*, 8(1), 37–46, 2019.
- Pujawan, I Nyoman, and E Mahendrawathi. "Supply Chain Management". Surabaya, 2018.
- Yuniarti, R., Tama, I. P., Eunike, A., & Sumantri, Y. "Green Supply Chain Management dan Studi Kasus di Dunia Industri". Universitas Brawijaya Press, 2018.
- Tammela, I., Canen, A. G., & Paganelli, F. C. "Green supply chain management performance: A study of Brazilian oil and gas companies,". *International Journal of Logistics Systems and Management*, 25(1), 61–80, 2016. <https://doi.org/10.1504/IJLSM.2016.078491>
- Zaid, A. A., Jaaron, A. A. M., & Talib Bon, A. "The impact of green human resource management and green supply chain management practices on sustainable performance: An empirical study," *Journal of Cleaner Production*, 204, 965–979, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.062>
- Herrmann, F. F., Barbosa-Povoa, A. P., Butturi, M. A., Marinelli, S., & Sellitto, M. A. "Green supply chain management: Conceptual framework and models for analysis," *Sustainability (Switzerland)*, 13(15), 1–20, 2021. <https://doi.org/10.3390/su13158127>

- R. Primadasa and A. Sokhibi, "Model Green Scor Untuk Pengukuran Kinerja Green Supply Chain Management (Gscm) Industri Kelapa Sawit Di Indonesia," *Quantum Tek. J. Tek. Mesin Terap.*, vol. 1, no. 2, pp. 55–62, 2020, doi: 10.18196/jqt.010209.
- Nurul Mutiah, H. F. , D. M. M. "Pengukuran Kinerja Supply Chain Perum Bulog Divisi Regional Kalimantan Barat Menggunakan Supply Chain Operation Reference (Scor)," *Coding Jurnal Komputer Dan Aplikasi*, 8(3), 19, 2020. <https://doi.org/10.26418/coding.v8i3.42414>
- S. A. Mustaniroh, Z. A. F. Kurniawan, and P. Deoranto, "Evaluasi Kinerja pada Green Supply Chain Management Susu Pasteurisasi di Koperasi Agro Niaga Jabung," *Ind. J. Teknol. dan Manaj. Agroindustri*, vol. 8, no. 1, pp. 57–66, 2019, doi: 10.21776/ub.industria.2019.008.01.7.
- Prasetyo, A. D., & Yuliawati, E. "Analisis Performansi Supply Chain dengan Pendekatan Green SCOR dan ANP," *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan VI*, 3(2), 441–446, 2018.
- Pulansari, F., & Putri, A. "Green Supply Chain Operation Reference (Green SCOR) Performance Evaluation (Case Study: Steel Company)," *Journal of Physics: Conference Series*, 1569(3), 2020. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1569/3/032006>
- Narti, N.-, Sriyadi, S., Rahmayani, N., & Syarif, M. "Pengambilan Keputusan Memilih Sekolah Dengan Metode AHP," *Jurnal Informatika*, 6(1), 143–150, 2019. <https://doi.org/10.31311/ji.v6i1.5552>
- Mathiyazhagan, K., Diabat, A., Al-Refaie, A., & Xu, L. "Application of analytical hierarchy process to evaluate pressures to implement green supply chain management," *Journal of Cleaner Production*, 107, 229–236, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.110>
- Syukron, A. "Pengantar Manajemen Industri". Jakarta, 2014.
- Syuhada, W. B., Baihaqi, I., & Ardiantono, D. S. "Penilaian Praktik Green Supply Chain Management (Studi Kasus: Perusahaan Pedagang Besar Farmasi di Indonesia)," *Jurnal Teknik ITS*, 10(2), 2021. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v10i2.69721>
- Hamran, P. W., Manajemen, P. S., Yogyakarta, U. M., Istimewa, D., Responsible, S., Chain, S., Chain, R. S., Friendly, E., & Yogyakarta, U. M. "Perbandingan Green Supply Chain Management dan Socially Responsible Supply Chain pada PT Madu Baru PG-PS Madukismo," *Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Undergraduate Conference*, 2020, 915–931, 2020.
- Kazancoglu, I. Kazancoglu, and M. Sagnak, "A New Holistic Conceptual Framework For Green Supply Chain Management Performance Assessment Based On Circular Economy," *J. Clean. Prod.*, vol. 195, pp. 1282–1299, 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.06.