

Artikel Penelitian

## Critical Success Factor terhadap Penerapan Sustainable Supply Chain pada Sektor Perikanan dengan Pendekatan PCA-ISM

Nivo Martani\*, I Nyoman Pujawan

Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem, Departemen Teknik Sistem dan Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

### INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 31 Januari 2026  
Revisi Akhir: 17 Maret 2026  
Diterbitkan Online: 10 April 2026

### KATA KUNCI

CSF  
Lingkungan  
Perikanan  
SSCM

### KORESPONDENSI (\*)

E-mail: [nivomartani@gmail.com](mailto:nivomartani@gmail.com)

### A B S T R A K

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi dan memetakan *critical success factors* (CSF) terhadap penerapan *Sustainable Supply Chain Management* (SSCM) pada sektor perikanan di Jawa Timur. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif eksploratif dengan data primer berupa kuesioner kepada responden berpengalaman di industri perikanan dan rantai pasok (N = 19), yang terdiri dari manajer operasional, akademisi, dan birokrat terkait sektor kelautan dan perikanan, serta *expert judgement* untuk tahap ISM. Data diuji validitas dan reliabilitas; seluruh indikator pada dimensi ekonomi, lingkungan, dan sosial dinyatakan valid (sig. < 0,05) dan reliabel (Cronbach's Alpha: 0,762; 0,865; 0,781). Analisis *Principal Component Analysis* (PCA) dengan rotasi Varimax mereduksi 24 indikator menjadi tujuh faktor utama yang secara kumulatif menjelaskan 82,168% variasi data, yaitu: *Environmental Management and Green Operations*, *Cost Control and Operational Efficiency*, *Price Stability and Supply Chain Transparency*, *Occupational Safety and Workforce Capability*, *Green Policy and Emission Reduction*, *Green Supply Chain Integration*, serta *Energy Efficiency and Post-Harvest Optimization*. Selanjutnya, hasil *Interpretive Structural Modeling* (ISM) menunjukkan bahwa *Green Policy and Emission Reduction* berperan sebagai faktor penggerak utama (driver) pada level dasar, sedangkan *Price Stability and Supply Chain Transparency* berada pada level teratas sebagai faktor yang paling dipengaruhi. Temuan ini menegaskan bahwa penguatan kebijakan hijau dan pengurangan emisi menjadi fondasi prioritas dalam meningkatkan keberhasilan implementasi SSCM pada sektor perikanan. Model ISM yang dihasilkan dapat menjadi panduan strategis bagi pengambil kebijakan di sektor perikanan Jawa Timur dalam menentukan urutan prioritas intervensi yang tepat guna mendorong implementasi SSCM secara sistematis dan berkelanjutan.

### PENDAHULUAN

Belakangan ini, isu keberlanjutan (*sustainable*) menjadi *trend* bahkan menjadi kebutuhan hampir di semua industri. Pada tahun 1987, The World Commission on Environment and Development (WCED) menggambarkan pembangunan berkelanjutan sebagai pembangunan yang memenuhi kebutuhan generasi sekarang tanpa mengorbankan kemampuan kebutuhan generasi yang akan datang [1]. Keberlanjutan berpusat pada pada pengurangan dampak bisnis yang berbahaya terhadap manusia, masyarakat dan lingkungan dengan tetap mempertimbangkan peningkatan nilai kepuasan pelanggan, mitra bisnis dan pemangku kepentingan [2]. Kelangsungan hidup dan daya saing bisnis jangka panjang semakin dievaluasi sehubungan dengan indeks keberlanjutan yang berfokus pada pertumbuhan industri yang inklusif, adil dan berkelanjutan [3].

Indonesia merupakan salah satu negara dengan wilayah maritim terbesar di dunia. Memiliki lebih dari 6,4 juta km<sup>2</sup> wilayah laut, menjadikannya salah satu negara dengan potensi kelautan terbesar dunia. Produksi perikanan nasional juga terus meningkat melalui ekspor dan konsumsi domestik [4]. Menjadi nomor dua terbesar setelah Canada, Indonesia memiliki wilayah teritorial seluas kurang lebih 5,8 juta km<sup>2</sup> serta garis pantai sepanjang kurang lebih 92.000 km [5].

Data Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) tahun 2024 menunjukkan bahwa dari 11 Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI), estimasi potensi perikanan tangkap mencapai 12,01 juta ton per tahun. Sedangkan untuk potensi lahanbudi daya mencapai 17,91 juta hektar. Potensi ini menjadikan sektor perikanan sebagai salah satu sektor strategis dalam pembangunan ekonomi nasional dan peningkatan kesejahteraan masyarakat pesisir (Wilianto, Aris, et al, 2025). Provinsi seperti Jawa Timur menjadi pusat industri perikanan, mulai dari pengolahan hingga ekspor hasil laut. Studi evaluasi terhadap rantai pasok dan *cold storage* menunjukkan perkembangan teknologi untuk memperbaiki efisiensi dan keberlanjutan [6].

Sektor perikanan memberikan peran penting di perekonomian Indonesia melalui sumber pendapatan, sumber mata pencaharian, sumber protein hewani, serta sebagai sumber visa negara [7]. Sektor perikanan berkontribusi 3,1% dari total Produk Domestik Bruto (PDB) nasional dan 21% dari total PDB agrikultur. Berdasarkan data dari Kementerian Kelautan dan Perikanan, total konsumsi nasional untuk ikan di 2017 sebanyak 47,34 kg per kapita per tahun, sedangkan untuk tahun 2018 sebanyak 56,69 kg per kapita per tahun. Dengan kata lain, sektor ini menciptakan kurang lebih 6,4 juta lapangan pekerjaan untuk Indonesia, menghasilkan 42,2 dollar US dari ekspor seafood di tahun 2012 serta berhasil menyuplay 54,8% kebutuhan protein hewani. Total area penangkapan ikan meningkat dari tahun ke tahun sebesar 4,2% per tahun selama 50 tahun terakhir [8]. Direktur Umum Quality Assurance Kementerian Kelautan dan Perikanan, Ishartini mengatakan bahwa nilai pasar global mencapai 184,5 miliar USD di tahun 2023. Tercatat juga bahwa selama 2018 hingga 2023 mengalami rata rata pertumbuhan sebesar 3%. Namun Ishartini menambahkan bahwa dari tahun 2022 ke tahun 2023 mengalami penurunan sebesar 9,6 juta USD [9]. Namun demikian, kontribusi sektor perikanan terhadap PDB nasional menjadi relatif stagnan dari periode 2018 hingga 2023, yaitu berkisar antara 2,56% hingga 2,79%.

Sektor perikanan menghadapi berbagai persoalan seperti penangkapan ikan ilegal (IUU), dokumentasi lemah, *overfishing*, degradasi lingkungan, serta ketimpangan sosial dan kesejahteraan nelayan [10]. Contohnya, praktik IUU tuna mengancam stok sumber daya dan stabilitas ekonomi perikanan Indonesia (2024). Dengan terbatasnya reproduksi dan regenerasi sumber daya laut, terdapat fenomena *overfishing* di wilayah pesisir, penurunan sumber daya perikanan, serta memburuknya kondisi lingkungan ekologi di wilayah pesisir. Disertifikasi daerah penangkapan ikan, seperti hilangnya musim penangkapan ikan lepas pantai dan bahkan berkurangnya jumlah ikan karena *overfishing* dan perusakan habitat harus menjadi sorotan. Teknologi penangkapan ikan, intensitas penangkapan ikan, dan struktur industri perikanan menjadi faktor penting yang dapat mempengaruhi pemanfaatan sumber daya perikanan laut secara berkelanjutan [11]. Kementerian Perikanan dan Kelautan memiliki tanggungjawab untuk mengatur tentang eksploitasi, perlindungan, serta konservasi (Southeast Asian Fisheries Development Center (SEAFDEC)[12]

Tercatat angka kebutuhan yang besar dari tahun ke tahun. Dengan meningkatnya kebutuhan perikanan, tekanan terhadap ekosistem laut semakin tinggi. Meskipun perikanan dan kelautan kini menyumbang lebih dari 50% produksi ikan global, tantangan lingkungan tetap besar jika tidak didukung regulasi yang kuat [13]. Agar dapat memenuhi kebutuhan pangan nasional di masa depan, perikanan Indonesia harus menerapkan praktik rantai pasok yang berkelanjutan. Sistem mulai dari *traceability* di pelabuhan, teknologi cold storage, hingga kolaborasi antar stakeholder harus ditingkatkan [14]. Untuk merancang strategi penerapan SSCM yang tepat, perlu diidentifikasi *Critical Success Factors* (CSF) melalui metode analisis multivariat (PCA) dan pemetaan hubungan struktural (ISM). Penggabungan kedua metode ini didasarkan pada sinergi yang saling melengkapi: PCA digunakan untuk mereduksi dimensi dari 24 indikator CSF menjadi faktor-faktor utama yang representatif secara statistik, sementara ISM digunakan untuk mengidentifikasi hubungan struktural dan hierarki antar faktor tersebut dalam sistem SSCM. PCA menjawab pertanyaan “apa faktor kuncinya?” sedangkan ISM menjawab “bagaimana urutan pengaruhnya?”, sehingga menghasilkan pemahaman yang komprehensif dan aplikatif. Penelitian SSCM pada sektor perikanan sebelumnya, seperti studi kinerja rantai pasok industri pengolahan ikan di Indonesia oleh Manggala dan Sailah (2024) serta kajian *traceability* rantai pasok perikanan oleh Rahman et al. (2021), umumnya hanya menggunakan satu metode analisis sehingga belum mampu menggambarkan hierarki struktural antar faktor secara sistematis. Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan fokus pada wilayah Jawa Timur sebagai pusat industri perikanan nasional yang belum banyak dipetakan secara struktural menggunakan pendekatan PCA-ISM. Metode ini mampu menangani data kompleks dan menghasilkan struktur yang aplikatif dan sistematis.

Berdasarkan urgensi peningkatan daya saing sektor perikanan sekaligus tingginya tekanan keberlanjutan akibat IUU fishing, overfishing, degradasi lingkungan, dan persoalan kesejahteraan nelayan, penerapan *Sustainable Supply Chain Management* (SSCM) menjadi kebutuhan strategis agar pemanfaatan sumber daya perikanan tetap produktif, adil, dan ramah lingkungan. Namun, implementasi SSCM di sektor perikanan, khususnya di Jawa Timur sebagai salah satu pusat aktivitas industri perikanan memerlukan arah yang jelas terkait faktor-faktor kunci yang paling menentukan keberhasilan, mengingat kompleksitas rantai pasok dari hulu hingga hilir. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada identifikasi dan pemetaan *Critical Success Factors* (CSF) sebagai dasar perumusan strategi implementasi SSCM yang lebih aplikatif melalui pendekatan PCA untuk mereduksi dan merangkum variabel kompleks, serta ISM untuk menjelaskan hubungan struktural antar faktor secara sistematis, sehingga menghasilkan prioritas intervensi yang relevan bagi penguatan praktik rantai pasok perikanan berkelanjutan di Jawa Timur.

## TINJAUAN PUSTAKA

### *Sustainable Supply Chain Management* (SSCM)

*Sustainable Supply Chain Management* (SSCM) merupakan konsep yang berkembang dari tradisional *supply chain management* yang sebelumnya hanya berfokus pada efisiensi biaya dan kecepatan distribusi, menuju pada pengelolaan rantai pasok yang memperhatikan tiga dimensi keberlanjutan, yaitu aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial. Sementara itu, dari sisi lingkungan, SSCM menekankan pada upaya pengurangan emisi karbon, pengelolaan limbah yang lebih baik, penggunaan sumber daya secara efisien, dan penerapan prinsip *circular economy* [15]. Aspek lingkungan merupakan inti penting SSCM yang berfokus pada pengurangan dampak ekologis dari aktivitas rantai pasok. Aspek sosial dalam SSCM berkontribusi pada perbaikan kondisi kerja, perlindungan hak pekerja, pemberdayaan masyarakat lokal, serta memastikan keterlibatan seluruh pemangku kepentingan [16].

### *Rantai Pasok Industri Perikanan*

Rantai pasok industri perikanan melibatkan aktor mulai dari nelayan, pengumpul, pengolah, hingga distributor. Proses ini rentan terhadap gangguan logistik, kehilangan mutu pascapanen, serta praktik eksploitasi sumber daya laut [17]. Oleh karena itu, pendekatan sistemik dan berbasis keberlanjutan menjadi penting dalam mengelola sektor ini. Rantai pasok di industri perikanan memiliki karakteristik yang berbeda dengan rantai pasok di sektor lainnya, karena sifat produk perikanan yang mudah rusak (*perishable*), tergantung musim, serta dipengaruhi oleh regulasi perdagangan internasional yang ketat [13]. Menurut [18], rantai pasok perikanan umumnya melibatkan berbagai aktor, mulai dari nelayan, pedagang pengumpul, perusahaan pengolahan, distributor, hingga eksportir. Kompleksitas rantai pasok ini sering menimbulkan masalah koordinasi, ketidakstabilan harga, dan kualitas produk yang tidak konsisten.

### *Critical Success Factors* (CSF)

*Critical Success Factors* (CSF) adalah sejumlah kecil area kunci yang *harus* berjalan dengan baik agar suatu organisasi, proyek, atau sistem dapat mencapai tujuannya. Dalam industri perikanan terutama yang rentan terhadap *overfishing*, fluktuasi produksi, dan ketidakstabilan pasar, CSF membantu mengidentifikasi faktor mana yang paling kritis untuk menjamin keberlanjutan jangka panjang. Seperti faktor regulasi, praktik penangkapan berkelanjutan, efisiensi logistik rantai dingin, *traceability*, dan kemampuan kolaborasi antar pelaku *supply chain* [19]. Dalam industri perikanan Indonesia, identifikasi CSF menjadi penting karena kompleksitas rantai pasok yang melibatkan berbagai aktor mulai dari nelayan kecil, pengolah hasil laut, pedagang, hingga eksportir. Beberapa faktor kunci yang muncul antara lain adalah kolaborasi antar *stakeholder*, penerapan teknologi digital terutama untuk sistem *traceability*, kepatuhan terhadap regulasi pemerintah, serta peningkatan kesadaran konsumen global terhadap produk yang berkelanjutan [6].

## METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksploratif. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi dan memetakan *Critical Success Factors* (CSF) dalam penerapan *Sustainable Supply Chain Management* (SSCM) pada industri perikanan di Jawa Timur. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer dikumpulkan melalui kuesioner kepada responden yang memiliki pemahaman serta pengalaman di bidang industri perikanan dan rantai pasok. Pemilihan responden menggunakan *expert based judgement* karena identifikasi CSF membutuhkan pemahaman mendalam terhadap sistem dan tidak dapat dilakukan oleh responden umum. Khusus untuk tahap ISM, pemilihan responden

ahli (expert judgement) dilakukan dengan kriteria yang lebih ketat, yaitu: (1) memiliki pengalaman minimal lima tahun di sektor perikanan, rantai pasok, atau manajemen industri terkait; (2) memiliki pemahaman tentang rantai pasok berkelanjutan, baik dari sisi kebijakan, operasional, maupun akademis; serta (3) berasal dari beragam latar belakang yang mencakup praktisi industri perikanan, akademisi di bidang manajemen rantai pasok, dan birokrat dari instansi terkait seperti Dinas Kelautan dan Perikanan.

Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa penilaian hubungan antar faktor dalam matriks interaksi ISM mencerminkan perspektif yang komprehensif dan kredibel. Data selanjutnya adalah data sekunder, dimana data ini diambil dari jurnal ilmiah, laporan kementerian (KKP), dokumen perusahaan, dan publikasi terpercaya lainnya.

Pengumpulan data dilakukan dengan membagikan kuisioner tertutup yang disusun berdasarkan literatur yang terkait dengan *critical success factor* penerapan *sustainable supply chain* di industri perikanan. Pengisian kuisioner ini oleh ahli atau pelaku di bidang perikanan di Jawa Timur. Karena penelitian ini menggunakan metode analisis PCA dan ISM, minimum data yang diperlukan sebanyak 15 hingga 20 data dari responden, dan 5 hingga 10 ahli untuk ISM. Data yang didapat melalui pengisian kuisioner oleh responden terkait, selanjutnya akan diuji validitas dan realibilitas datanya sebelum masuk ke proses selanjutnya yaitu *Principal Component Analysis* (PCA) dan *Interpretive Structural Modelling* (ISM). Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Principal Component Analysis* (PCA) dan *Interpretive Structural Modeling* (ISM). PCA digunakan untuk mereduksi dan mengelompokkan indikator CSF menjadi faktor-faktor utama yang paling dominan secara statistik, sedangkan ISM digunakan untuk memodelkan hubungan struktural dan hierarki antar faktor kritis tersebut dalam sistem SSCM. Kombinasi kedua metode ini memungkinkan identifikasi faktor kunci dan penyusunan hierarki hubungan antar faktor secara sistematis.

Tabel 1. Daftar 24 Indikator CSF Awal dari Dimensi Ekonomi, Lingkungan, dan Sosial

Kode	Dimensi	Indikator CSF
CSF 1	Ekonomi	Efisiensi biaya transportasi dan distribusi
CSF 2	Ekonomi	Penggunaan energi efisien dalam proses produksi
CSF 3	Ekonomi	Stabilitas harga produk perikanan di pasar
CSF 4	Ekonomi	Pengendalian biaya operasional rantai pasok
CSF 5	Ekonomi	Efisiensi operasional dan pengurangan pemborosan
CSF 6	Ekonomi	Optimalisasi pengelolaan pasca panen
CSF 7	Ekonomi	Pengurangan kehilangan produk (post-harvest loss)
CSF 8	Ekonomi	Transparansi biaya operasional rantai pasok
CSF 9	Lingkungan	Pengelolaan limbah industri perikanan
CSF 10	Lingkungan	Penggunaan teknologi cold storage yang hemat energi
CSF 11	Lingkungan	Pengurangan dampak ekologis proses produksi
CSF 12	Lingkungan	Penerapan prinsip green operations dalam rantai pasok
CSF 13	Lingkungan	Pengurangan emisi karbon dalam operasional perikanan
CSF 14	Lingkungan	Penerapan standar keamanan pangan dan sertifikasi lingkungan
CSF 15	Lingkungan	Pengelolaan lingkungan terpadu di area operasi
CSF 16	Lingkungan	Integrasi kebijakan green supply chain antar pelaku
CSF 17	Sosial	Penerapan standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)
CSF 18	Sosial	Pelatihan dan peningkatan kompetensi tenaga kerja
CSF 19	Sosial	Perlindungan hak dan kesejahteraan tenaga kerja nelayan
CSF 20	Sosial	Pemberdayaan masyarakat nelayan lokal

CSF 21	Sosial	Komunikasi dan koordinasi antar pelaku rantai pasok
CSF 22	Sosial	Hubungan kolaboratif antar aktor rantai pasok perikanan
CSF 23	Sosial	Keamanan pangan dan perlindungan konsumen
CSF 24	Sosial	Transparansi dan akuntabilitas pelaku rantai pasok

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan hasil uji validitas pada dimensi ekonomi, seluruh indikator CSF 1 sampai CSF 8 memiliki nilai r hitung yang lebih besar dari r tabel dan nilai signifikansi di bawah 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh indikator pada dimensi ekonomi dinyatakan valid dan mampu merepresentasikan konstruk yang diukur. Pada dimensi lingkungan, hasil uji validitas menunjukkan bahwa indikator CSF 9 sampai CSF 16 juga memiliki nilai r hitung yang melebihi r tabel dengan tingkat signifikansi di bawah 0,05. Dengan demikian, seluruh indikator pada dimensi lingkungan dinyatakan valid dan layak digunakan dalam analisis selanjutnya. Pada dimensi sosial, indikator CSF 17 sampai CSF 24 menunjukkan hasil yang konsisten, di mana seluruh nilai r hitung lebih besar dari r tabel dan nilai signifikansi berada di bawah 0,05. Hasil ini mengindikasikan bahwa seluruh indikator pada dimensi sosial telah memenuhi kriteria validitas.

Tabel 2. Hasil Uji Validitas Indikator CSF Dimensi Ekonomi

		Correlations								
		CSF_Ek onomi	CSF 3	CSF 1	CSF 2	CSF 4	CSF 5	CSF 6	CSF 7	CSF 8
CSF_Eko nomi	Pearson Correlation	1	.489*	.500*	.579**	.772**	.699**	.525*	.733**	.532*
	Sig. (2-tailed)		.034	.029	.009	.000	.001	.021	.000	.019
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19
CSF 3	Pearson Correlation	.489*	1	-.152	.422	.360	.368	.362	.088	.604**
	Sig. (2-tailed)	.034		.535	.072	.130	.121	.128	.719	.006
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19
CSF 1	Pearson Correlation	.500*	-.152	1	.383	.249	.041	.258	.237	-.089
	Sig. (2-tailed)	.029	.535		.105	.303	.867	.287	.329	.718
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19
CSF 2	Pearson Correlation	.579**	.422	.383	1	.241	.239	.358	.199	.323
	Sig. (2-tailed)	.009	.072	.105		.321	.325	.132	.414	.178
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19
CSF 4	Pearson Correlation	.772**	.360	.249	.241	1	.488*	.460*	.763**	.204
	Sig. (2-tailed)	.000	.130	.303	.321		.034	.047	.000	.402
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19
CSF 5	Pearson Correlation	.699**	.368	.041	.239	.488*	1	.196	.743**	.574*
	Sig. (2-tailed)	.001	.121	.867	.325	.034		.420	.000	.010
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19
CSF 6	Pearson Correlation	.525*	.362	.258	.358	.460*	.196	1	.124	.151
	Sig. (2-tailed)	.021	.128	.287	.132	.047	.420		.614	.537
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19
CSF 7	Pearson Correlation	.733**	.088	.237	.199	.763**	.743**	.124	1	.314
	Sig. (2-tailed)	.000	.719	.329	.414	.000	.000	.614		.190
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19
CSF 8	Pearson Correlation	.532*	.604**	-.089	.323	.204	.574*	.151	.314	1
	Sig. (2-tailed)	.019	.006	.718	.178	.402	.010	.537	.190	
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

\*\*. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabel 3. Hasil Uji Validitas Indikator CSF Dimensi Lingkungan

		Correlations								
		CSF 9	CSF 10	CSF 11	CSF 12	CSF 13	CSF 14	CSF 15	CSF 16	
CSF_Lingkungan										
CSF_Lingkungan	Pearson Correlation	1	.754**	.473*	.799**	.832**	.698**	.660**	.870**	.512*
	Sig. (2-tailed)		.000	.041	.000	.000	.001	.002	.000	.025
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19
CSF 9	Pearson Correlation	.754**	1	.006	.538*	.727**	.351	.598**	.655**	.313
	Sig. (2-tailed)	.000		.981	.018	.000	.141	.007	.002	.192
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19
CSF 10	Pearson Correlation	.473*	.006	1	.395	.407	.335	.032	.407	.542*
	Sig. (2-tailed)	.041	.981		.094	.084	.161	.895	.084	.016
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19
CSF 11	Pearson Correlation	.799**	.538*	.395	1	.745**	.442	.528*	.676**	.441
	Sig. (2-tailed)	.000	.018	.094		.000	.058	.020	.001	.059
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19
CSF 12	Pearson Correlation	.832**	.727**	.407	.745**	1	.429	.512*	.719**	.202
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.084	.000		.067	.025	.001	.407
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19
CSF 13	Pearson Correlation	.698**	.351	.335	.442	.429	1	.375	.498*	.329
	Sig. (2-tailed)	.001	.141	.161	.058	.067		.114	.030	.169
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19
CSF 14	Pearson Correlation	.660**	.598**	.032	.528*	.512*	.375	1	.512*	.174
	Sig. (2-tailed)	.002	.007	.895	.020	.025	.114		.025	.477
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19
CSF 15	Pearson Correlation	.870**	.655**	.407	.676**	.719**	.498*	.512*	1	.280
	Sig. (2-tailed)	.000	.002	.084	.001	.001	.030	.025		.245
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19
CSF 16	Pearson Correlation	.512*	.313	.542*	.441	.202	.329	.174	.280	1
	Sig. (2-tailed)	.025	.192	.016	.059	.407	.169	.477	.245	
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Tabel 4. Hasil Uji Validitas Indikator CSF Dimensi Sosial

		Correlations								
		CSF_Sosial	CSF 17	CSF 18	CSF 19	CSF 20	CSF 21	CSF 22	CSF 23	CSF 24
CSF_Sosial	Pearson Correlation	1	.763**	.661**	.640**	.614**	.496*	.702**	.583**	.592**
	Sig. (2-tailed)		.000	.002	.003	.005	.031	.001	.009	.008
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19
CSF 17	Pearson Correlation	.763**	1	.274	.387	.419	.165	.571*	.494*	.438
	Sig. (2-tailed)	.000		.257	.101	.074	.500	.011	.032	.061
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19
CSF 18	Pearson Correlation	.661**	.274	1	.452	.460*	.540*	.465*	.124	.275
	Sig. (2-tailed)	.002	.257		.052	.048	.017	.045	.614	.255
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19
CSF 19	Pearson Correlation	.640**	.387	.452	1	.216	.114	.528*	.431	.287
	Sig. (2-tailed)	.003	.101	.052		.374	.642	.020	.065	.233
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19
CSF 20	Pearson Correlation	.614**	.419	.460*	.216	1	.105	.743**	-.005	.105
	Sig. (2-tailed)	.005	.074	.048	.374		.669	.000	.985	.667

	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19
CSF 21	Pearson Correlation	.496*	.165	.540*	.114	.105	1	.152	.390	.344
	Sig. (2-tailed)	.031	.500	.017	.642	.669		.535	.099	.149
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19
CSF 22	Pearson Correlation	.702**	.571*	.465*	.528*	.743**	.152	1	.108	.050
	Sig. (2-tailed)	.001	.011	.045	.020	.000	.535		.660	.839
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19
CSF 23	Pearson Correlation	.583**	.494*	.124	.431	-.005	.390	.108	1	.369
	Sig. (2-tailed)	.009	.032	.614	.065	.985	.099	.660		.120
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19
CSF 24	Pearson Correlation	.592**	.438	.275	.287	.105	.344	.050	.369	1
	Sig. (2-tailed)	.008	.061	.255	.233	.667	.149	.839	.120	
	N	19	19	19	19	19	19	19	19	19

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Hasil uji reliabilitas menunjukkan bahwa dimensi ekonomi memiliki nilai Cronbach’s Alpha sebesar 0,762, yang menunjukkan bahwa instrumen pada dimensi ini memiliki tingkat reliabilitas yang baik. Seluruh indikator pada dimensi ekonomi konsisten dalam mengukur konstruk yang sama. Pada dimensi lingkungan, nilai Cronbach’s Alpha yang diperoleh adalah 0,865, yang menunjukkan tingkat reliabilitas sangat baik. Nilai ini mengindikasikan bahwa indikator-indikator lingkungan memiliki konsistensi internal yang tinggi dalam mengukur aspek keberlanjutan lingkungan pada rantai pasok perikanan. Sementara itu, dimensi sosial memiliki nilai Cronbach’s Alpha sebesar 0,781, yang juga berada di atas batas minimum yang ditetapkan. Dengan demikian, indikator-indikator pada dimensi sosial dinyatakan reliabel dan dapat digunakan dalam analisis lanjutan.

Tabel 5. Hasil Uji Reliabilitas Dimensi Ekonomi

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.762	8

Tabel 6. Hasil Uji Reliabilitas Dimensi Lingkungan

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.865	8

Tabel 7. Hasil Uji Reliabilitas Dimensi Sosial

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.781	8

Pada output correlation matrix juga tercantum keterangan bahwa matriks tidak bersifat positive definite. Kondisi ini dapat terjadi pada analisis faktor dengan jumlah sampel yang relatif terbatas dan indikator yang saling berkorelasi tinggi. Namun demikian, proses ekstraksi faktor tetap dapat dilanjutkan selama nilai eigenvalue dan struktur faktor yang terbentuk dapat diinterpretasikan secara konseptual dan konsisten. Dengan mempertimbangkan bahwa seluruh indikator telah memenuhi uji validitas dan reliabilitas, maka analisis PCA tetap dilakukan untuk mengidentifikasi faktor-faktor utama yang terbentuk dari indikator CSF.

Tabel8. Correlation Matrix Indikator CSF

Correlation Matrix <sup>a</sup>
a. This matrix is not positive definite.

Penentuan jumlah faktor dalam analisis PCA dilakukan dengan menggunakan kriteria eigenvalue lebih besar dari 1. Faktor dengan eigenvalue  $> 1$  dianggap memiliki kontribusi yang signifikan dalam menjelaskan variasi data dan dipertahankan dalam model. Berdasarkan tabel Total Variance Explained, diperoleh tujuh komponen utama yang memiliki nilai eigenvalue lebih besar dari 1. Ketujuh komponen tersebut secara kumulatif mampu menjelaskan 82,168% variasi total data. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar informasi yang terkandung dalam 24 indikator CSF dapat direpresentasikan dengan baik oleh tujuh faktor utama yang terbentuk. Secara rinci, kontribusi masing-masing komponen adalah sebagai berikut:

1. Komponen 1 memiliki eigenvalue sebesar 6,727 dan menjelaskan 28,031% variasi data.
2. Komponen 2 memiliki eigenvalue sebesar 4,609 dan menjelaskan 19,203% variasi data.
3. Komponen 3 memiliki eigenvalue sebesar 2,330 dan menjelaskan 9,709% variasi data.
4. Komponen 4 memiliki eigenvalue sebesar 2,225 dan menjelaskan 9,272% variasi data.
5. Komponen 5 memiliki eigenvalue sebesar 1,479 dan menjelaskan 6,164% variasi data.
6. Komponen 6 memiliki eigenvalue sebesar 1,339 dan menjelaskan 5,579% variasi data.
7. Komponen 7 memiliki eigenvalue sebesar 1,010 dan menjelaskan 4,210% variasi data.

Sementara itu, komponen selanjutnya memiliki nilai eigenvalue kurang dari 1 sehingga tidak dipertahankan dalam model. Dengan demikian, analisis PCA pada penelitian ini menghasilkan tujuh faktor utama yang digunakan untuk tahap interpretasi dan analisis lanjutan.

Tabel 9. Total Variance Explained Hasil Analisis PCA

Component	Total Variance Explained								
	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	6.727	28.031	28.031	6.727	28.031	28.031	4.600	19.165	19.165
2	4.609	19.203	47.234	4.609	19.203	47.234	3.184	13.267	32.432
3	2.330	9.709	56.943	2.330	9.709	56.943	3.101	12.920	45.352
4	2.225	9.272	66.215	2.225	9.272	66.215	2.926	12.190	57.543
5	1.479	6.164	72.379	1.479	6.164	72.379	2.098	8.743	66.285
6	1.339	5.579	77.958	1.339	5.579	77.958	2.075	8.647	74.932
7	1.010	4.210	82.168	1.010	4.210	82.168	1.737	7.236	82.168
8	.841	3.504	85.672						
9	.767	3.197	88.869						
10	.733	3.055	91.924						
11	.641	2.669	94.593						
12	.474	1.976	96.569						
13	.290	1.207	97.776						
14	.234	.974	98.750						
15	.152	.634	99.384						
16	.101	.420	99.804						
17	.028	.117	99.921						
18	.019	.079	100.000						
19	8.589E-16	3.579E-15	100.000						
20	6.820E-16	2.842E-15	100.000						
21	4.775E-16	1.990E-15	100.000						
22	8.321E-17	3.467E-16	100.000						
23	-3.077E-17	-1.282E-16	100.000						
24	-2.480E-16	-1.033E-15	100.000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Secara metodologis, model analisis faktor dianggap memadai apabila faktor-faktor yang terbentuk mampu menjelaskan proporsi varian total yang cukup besar. Pada penelitian ini, tujuh faktor utama yang terbentuk mampu menjelaskan

82,168% variasi total data. Nilai ini menunjukkan bahwa struktur faktor yang dihasilkan memiliki daya jelaskan yang kuat terhadap indikator-indikator CSF yang dianalisis.

Komponen pertama memberikan kontribusi varian terbesar, diikuti oleh komponen kedua dan seterusnya hingga komponen ketujuh. Pola ini menunjukkan bahwa variasi data tersebar secara bertahap pada beberapa faktor utama, bukan hanya terpusat pada satu faktor saja. Dengan demikian, hasil PCA memberikan dasar yang memadai untuk melakukan interpretasi faktor dan analisis struktural menggunakan metode Interpretive Structural Modeling (ISM) pada tahap selanjutnya.

Berdasarkan hasil analisis PCA dan rotasi faktor menggunakan metode Varimax, diperoleh tujuh faktor utama yang merepresentasikan struktur Critical Success Factors (CSF) dalam penerapan Sustainable Supply Chain Management (SSCM) pada sektor perikanan. Interpretasi faktor dilakukan dengan mengacu pada indikator-indikator yang memiliki nilai factor loading tertinggi pada masing-masing faktor. Penamaan faktor didasarkan pada kesamaan karakteristik dan substansi indikator-indikator penyusunnya.

1. Faktor 1: Environmental Management and Green Operations  
Faktor pertama terdiri dari indikator CSF 9, CSF 11, CSF 12, CSF 14, dan CSF 15. Indikator-indikator ini berkaitan erat dengan praktik operasional yang berorientasi pada perlindungan lingkungan, mulai dari proses produksi hingga pengelolaan limbah. Keberadaan indikator-indikator tersebut menunjukkan bahwa aspek lingkungan menjadi salah satu fondasi utama dalam penerapan SSCM pada sektor perikanan.
2. Faktor 2: Cost Control and Operational Efficiency  
Faktor kedua dibentuk oleh indikator CSF 4, CSF 5, CSF 7, dan CSF 24. Indikator-indikator ini berfokus pada pengendalian biaya dan efisiensi operasional yang melibatkan berbagai aktor dalam rantai pasok perikanan. Faktor ini mencerminkan dimensi ekonomi dari SSCM yang berkaitan langsung dengan daya saing dan keberlanjutan usaha.
3. Faktor 3: Price Stability and Supply Chain Transparency  
Faktor ketiga terdiri dari indikator CSF 3, CSF 8, dan CSF 23. Ketiga indikator ini berkaitan dengan stabilitas harga, transparansi biaya operasional, serta keamanan pangan. Faktor ini menyoroti peran kejelasan informasi dan kestabilan harga dalam menjaga keberlanjutan rantai pasok.
4. Faktor 4: Occupational Safety and Workforce Capability  
Faktor keempat dibentuk oleh indikator CSF 17, CSF 18, CSF 19, CSF 20, dan CSF 22. Indikator-indikator ini berfokus pada aspek sosial, khususnya yang berkaitan dengan tenaga kerja dan hubungan antar aktor dalam rantai pasok perikanan.
5. Faktor 5: Green Policy and Emission Reduction  
Faktor kelima terdiri dari indikator CSF 1 dan CSF 13, yang berkaitan dengan efisiensi transportasi dan pengurangan emisi. Meskipun hanya terdiri dari dua indikator, faktor ini memiliki makna strategis dalam konteks keberlanjutan lingkungan.
6. Faktor 6: Green Supply Chain Integration  
Faktor keenam dibentuk oleh indikator CSF 16 dan CSF 21. Kedua indikator ini berkaitan dengan integrasi kebijakan green supply chain dan komunikasi antar pelaku rantai pasok.
7. Faktor 7: Energy Efficiency and Post-Harvest Optimization  
Faktor ketujuh terdiri dari indikator CSF 2, CSF 6, dan CSF 10. Indikator-indikator ini berkaitan dengan efisiensi energi dan pengelolaan pasca panen, yang merupakan aspek teknis penting dalam industri perikanan.

Interpretive Structural Modeling (ISM) digunakan untuk menganalisis hubungan struktural antar faktor utama yang diperoleh dari hasil Principal Component Analysis (PCA). Analisis ISM pada penelitian ini dilakukan terhadap tujuh faktor utama hasil PCA. Proses ISM meliputi penyusunan Structural Self-Interaction Matrix (SSIM), pembentukan reachability matrix, penentuan level hirarki, dan penyusunan model struktur hirarki faktor. Tahap awal analisis ISM adalah penyusunan Structural Self-Interaction Matrix (SSIM), yang bertujuan untuk mengidentifikasi hubungan kontekstual antar pasangan faktor. Hubungan antar faktor ditentukan berdasarkan penilaian pakar (expert judgement), dengan menggunakan empat simbol utama, yaitu:

1. V, apabila faktor i memengaruhi faktor j
2. A, apabila faktor j memengaruhi faktor i
3. X, apabila kedua faktor saling memengaruhi
4. O, apabila tidak terdapat hubungan langsung yang signifikan

Tabel 10. Structural Self-Interaction Matrix (SSIM) Antar Faktor PCA

Faktor (i \ j)	F2	F3	F4	F5	F6	F7
F1 – Environmental Management and Green Operations	V	V	A	A	A	X
F2 – Cost Control and Operational Efficiency	–	V	A	A	A	X
F3 – Price Stability and Supply Chain Transparency	–	–	O	A	A	O
F4 – Occupational Safety and Workforce Capability	–	–	–	A	V	V
F5 – Green Policy and Emission Reduction	–	–	–	–	V	V
F6 – Green Supply Chain Integration	–	–	–	–	–	V
F7 – Energy Efficiency and Post-Harvest Optimization	–	–	–	–	–	–

Berdasarkan SSIM, selanjutnya dilakukan konversi ke dalam bentuk Initial Reachability Matrix dengan mengganti simbol V, A, X, dan O menjadi nilai biner (1 dan 0). Matriks ini menunjukkan ada atau tidaknya hubungan langsung antar faktor. Tahap berikutnya adalah pembentukan Final Reachability Matrix dengan mempertimbangkan prinsip transitivity.

Tabel 11. Initial Reachability Matrix

Faktor	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
F1 – Environmental Management & Green Operations	1	1	1	0	0	0	1
F2 – Cost Control & Operational Efficiency	0	1	1	0	0	0	1
F3 – Price Stability & Transparency	0	0	1	0	0	0	0
F4 – Occupational Safety & Workforce Capability	1	1	0	1	0	1	1
F5 – Green Policy & Emission Reduction	1	1	1	1	1	1	1
F6 – Green Supply Chain Integration	1	1	1	0	0	1	1
F7 – Energy Efficiency & Post-Harvest Optimization	1	1	0	0	0	0	1

Tabel 12. Final Reachability Matrix

Faktor	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
<b>F1</b>	1	1	1	0	0	0	1
<b>F2</b>	1	1	1	0	0	0	1
<b>F3</b>	0	0	1	0	0	0	0
<b>F4</b>	1	1	1	1	0	1	1
<b>F5</b>	1	1	1	1	1	1	1
<b>F6</b>	1	1	1	0	0	1	1
<b>F7</b>	1	1	1	0	0	0	1

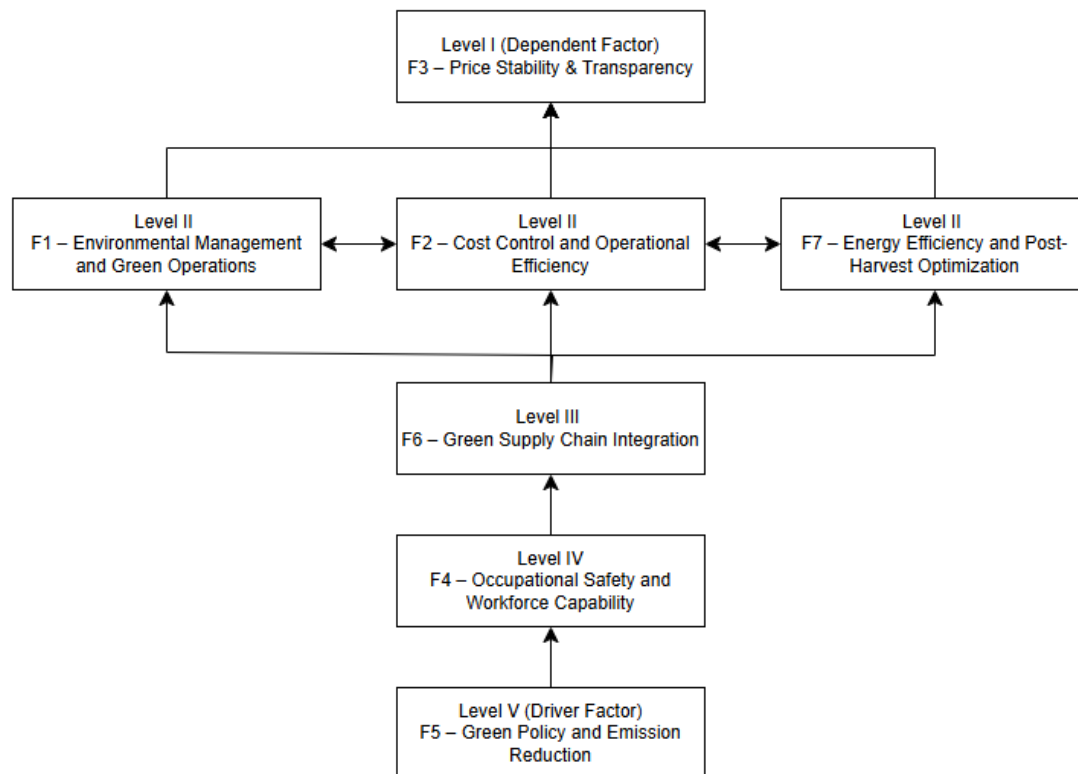
Penentuan level hirarki dilakukan dengan membandingkan reachability set dan antecedent set dari masing-masing faktor. Faktor yang memiliki reachability set dan intersection set yang sama ditempatkan pada level teratas, karena faktor tersebut tidak memengaruhi faktor lain di atasnya dan lebih bersifat sebagai faktor yang dipengaruhi.

Tabel 13. Level Hirarki Faktor Berdasarkan Analisis ISM

Level ISM	Faktor
Level I	F3 – Price Stability and Supply Chain Transparency
Level II	F1 – Environmental Management and Green Operations F2 – Cost Control and Operational Efficiency F7 – Energy Efficiency and Post-Harvest Optimization
Level III	F6 – Green Supply Chain Integration
Level IV	F4 – Occupational Safety and Workforce Capability
Level V	F5 – Green Policy and Emission Reduction

Berdasarkan penentuan level ISM, model struktur hirarki menunjukkan bahwa *Green Policy and Emission Reduction* berperan sebagai faktor penggerak utama (driver) pada level dasar yang memengaruhi seluruh faktor lain dalam sistem, sementara *Occupational Safety and Workforce Capability* serta *Green Supply Chain Integration* berada pada level menengah sebagai faktor penghubung yang meneruskan pengaruh kebijakan menuju aspek operasional. Adapun *Price*

*Stability and Supply Chain Transparency* menempati level teratas sebagai faktor yang paling dipengaruhi, sehingga struktur ini menegaskan bahwa keberhasilan penerapan *sustainable supply chain management* pada sektor perikanan sangat ditentukan oleh kekuatan kebijakan dan strategi lingkungan sebagai fondasi utama, bukan semata-mata oleh faktor operasional di tingkat atas.



Gambar 1. Struktur Hirarki Faktor *Critical Success Factors* Berdasarkan ISM

## PEMBAHASAN

Hasil PCA dalam penelitian ini menghasilkan tujuh faktor utama yang mewakili dimensi ekonomi, lingkungan, dan sosial dalam penerapan *sustainable supply chain management* (SSCM) pada sektor perikanan, dengan total varian yang dijelaskan sebesar 82,168%. Struktur faktor ini sejalan dengan kajian yang menegaskan bahwa keberlanjutan rantai pasok pangan selalu dibangun di atas kombinasi tiga pilar tersebut, yaitu perlindungan lingkungan, penguatan aspek sosial, dan kinerja ekonomi yang efisien [20]. Dengan demikian, komponen-komponen hasil PCA dalam penelitian ini dapat dipandang sebagai bentuk operasionalisasi konkret dari kerangka SSCM yang banyak diusulkan dalam literatur internasional, khususnya di sektor perikanan dan pangan.

Penempatan faktor *Green Policy and Emission Reduction* sebagai faktor pada level paling dasar (Level V) dalam model ISM menunjukkan bahwa kebijakan lingkungan dan pengurangan emisi menjadi penggerak utama yang memengaruhi faktor lain di sepanjang rantai pasok. Temuan ini konsisten dengan kajian yang menjelaskan bahwa kebijakan dan regulasi terkait lingkungan (seperti standar emisi, instrumen insentif hijau, dan sertifikasi) menjadi prasyarat bagi terbentuknya praktik operasional yang lebih ramah lingkungan dan efisien [21]. Dalam konteks tersebut, hasil penelitian ini menguatkan argumen bahwa efisiensi biaya transportasi dan pengurangan emisi (CSF 1 dan CSF 13) tidak hanya penting secara ekonomi, tetapi juga berperan sebagai basis struktural yang mendorong integrasi kebijakan hijau dan pengelolaan lingkungan di sepanjang rantai pasok perikanan. Posisi *Green Policy and Emission Reduction* sebagai fondasi utama di Jawa Timur dapat dijelaskan melalui tiga mekanisme struktural. Pertama, regulasi lingkungan yang ditetapkan pemerintah daerah dan nasional — seperti standar emisi kapal nelayan, persyaratan pengelolaan limbah industri pengolahan ikan, dan insentif sertifikasi hijau — menjadi prasyarat institusional yang wajib dipenuhi sebelum pelaku industri dapat menginvestasikan sumber daya pada aspek operasional lainnya. Kedua, sektor perikanan Jawa Timur yang didominasi nelayan skala kecil dan menengah sangat bergantung pada kebijakan untuk mendapatkan akses terhadap program subsidi energi terbarukan, bantuan teknologi cold storage hemat energi, serta dukungan sertifikasi

keberlanjutan. Ketiga, tuntutan pasar ekspor global yang mensyaratkan bukti keberlanjutan menjadikan kebijakan pengurangan emisi sebagai prasyarat daya saing produk perikanan Jawa Timur di pasar internasional bernilai tinggi, sehingga secara langsung memengaruhi kinerja seluruh rantai pasok.

Untuk melengkapi analisis ISM, karakteristik setiap faktor juga dapat dipetakan menggunakan diagram kuadran MICMAC (*Matrice d'Impacts Croisés Multiplication Appliquée à un Classement*) berdasarkan nilai driving power dan dependence power masing-masing faktor dari Final Reachability Matrix. Faktor F5 (Green Policy and Emission Reduction) memiliki driving power tertinggi dengan dependence rendah, sehingga termasuk dalam kuadran Independent — faktor yang paling kuat mendorong sistem namun tidak banyak dipengaruhi faktor lain. Faktor F3 (Price Stability and Supply Chain Transparency) memiliki dependence tinggi namun driving power rendah, sehingga berada di kuadran Dependent — faktor yang merupakan hasil akhir dari kinerja sistem. Faktor F4 (Occupational Safety and Workforce Capability) dan F6 (Green Supply Chain Integration) berada di kuadran Linkage karena memiliki driving power maupun dependence yang cukup tinggi, sehingga berperan sebagai faktor penghubung yang sensitif terhadap perubahan sistem. Sementara itu, F1, F2, dan F7 cenderung berada di area Dependent dengan driving power moderat, mencerminkan perannya sebagai faktor operasional. Pemetaan MICMAC ini mengonfirmasi bahwa intervensi pada faktor Independent (F5) akan menghasilkan dampak sistemik terbesar, sedangkan perbaikan pada faktor Linkage perlu dilakukan secara terencana karena dapat memengaruhi stabilitas seluruh sistem secara bersamaan.

Jika dibandingkan dengan penelitian serupa di sektor lain maupun negara lain, temuan penelitian ini menunjukkan konsistensi sekaligus keunikan tersendiri. Penelitian ISM pada sektor manufaktur di India menemukan bahwa tekanan regulasi pemerintah juga menduduki level hierarki paling dasar sebagai faktor penggerak utama, konsisten dengan temuan penelitian ini yang menempatkan Green Policy di Level V. Demikian pula, kajian CSF pada rantai pasok agrikultur berkelanjutan di Asia (Wang et al., 2024) menemukan bahwa kebijakan lingkungan dan sertifikasi merupakan prasyarat bagi seluruh aspek operasional keberlanjutan rantai pasok. Namun, yang membedakan penelitian ini adalah konteks spesifik sektor perikanan: faktor Occupational Safety and Workforce Capability menduduki Level IV — lebih rendah dari Green Supply Chain Integration — mencerminkan realitas bahwa di sektor perikanan, keselamatan dan kapasitas tenaga kerja nelayan harus diperkuat terlebih dahulu sebelum integrasi kebijakan hijau dapat berjalan efektif. Temuan ini berbeda dari studi pada sektor manufaktur yang cenderung menempatkan integrasi teknologi sebagai faktor lebih mendasar dibandingkan aspek ketenagakerjaan. Dengan demikian, model ISM penelitian ini tidak hanya mengonfirmasi kerangka teoritis SSCM yang berlaku secara umum, tetapi juga menyajikan hierarki intervensi yang khas dan kontekstual bagi sektor perikanan Jawa Timur.

Faktor Occupational Safety and Workforce Capability yang berada pada level IV dalam hierarki ISM berfungsi sebagai penghubung antara kebijakan lingkungan di level bawah dan faktor operasional di level atas. Indikator kesejahteraan tenaga kerja, pelatihan kompetensi, hubungan dengan nelayan lokal, dan penerapan standar K3 menunjukkan bahwa kualitas sumber daya manusia dan kondisi kerja menjadi elemen kunci dalam menerjemahkan kebijakan menjadi praktik sehari-hari. Hal ini sejalan dengan studi mengenai keselamatan dan kesehatan kerja di sektor perikanan dan akuakultur yang menunjukkan bahwa peningkatan kompetensi dan perlindungan pekerja berkontribusi langsung terhadap stabilitas operasi dan keberlanjutan rantai pasok [22]. Hasil ISM dalam penelitian ini mengindikasikan bahwa tanpa penguatan aspek keselamatan dan kapasitas tenaga kerja, kebijakan lingkungan berpotensi sulit terinternalisasi dalam proses operasional.

Faktor Green Supply Chain Integration yang menempati level III mencerminkan peran integrasi kebijakan dan komunikasi sebagai jembatan antara landasan kebijakan dan kinerja operasional. Indikator terkait penerapan kebijakan green supply chain dan komunikasi antar pelaku rantai pasok (CSF 16 dan CSF 21) menunjukkan bahwa koordinasi dan aliran informasi yang baik menjadi mekanisme penting untuk menyebarkan praktik berkelanjutan ke seluruh mata rantai. Hal ini sejalan dengan studi bahwa integrasi informasi, termasuk pemanfaatan teknologi digital dan sistem traceability, dapat meningkatkan transparansi, koordinasi, dan kepatuhan terhadap standar keberlanjutan di rantai pasok perikanan [23]. Oleh karena itu, posisi faktor ini pada level menengah dalam hierarki mengindikasikan bahwa integrasi kebijakan dan komunikasi menjadi tahapan krusial sebelum tercapai perbaikan pada aspek operasional dan kinerja pasar.

Pada level operasional yang lebih tinggi, faktor Environmental Management and Green Operations, Cost Control and Operational Efficiency, serta Energy Efficiency and Post-Harvest Optimization berada pada level II, menunjukkan bahwa ketiganya merupakan faktor yang langsung terkait dengan praktik sehari-hari di sepanjang rantai pasok. Hasil ini

konsisten dengan penelitian pada unit produksi ikan kaleng dan industri pengolahan ikan lainnya di Indonesia yang menemukan bahwa penerapan green supply chain management melalui efisiensi energi, pengelolaan limbah, dan optimalisasi proses pasca panen dapat meningkatkan kinerja ekonomi sekaligus menurunkan jejak lingkungan [24]. Dengan demikian, faktor-faktor operasional dalam penelitian ini dapat dipahami sebagai wujud praktis dari kebijakan dan integrasi yang sudah dibangun pada level hierarki sebelumnya.

Faktor *Cost Control and Operational Efficiency* dalam penelitian ini juga menunjukkan hubungan yang kuat dengan faktor lain melalui struktur ISM, khususnya dengan faktor efisiensi energi dan green operations. Hal ini sejalan dengan penelitian mengenai SSCM pada komoditas ikan yang menunjukkan bahwa pengendalian biaya, pengurangan kerusakan produk, dan investasi teknologi cold chain merupakan faktor kunci untuk mempertahankan daya saing dan kualitas produk, terutama pada komoditas yang sangat mudah rusak seperti ikan segar dan tuna [25]. Dengan kata lain, hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa efisiensi biaya di sektor perikanan tidak dapat dipisahkan dari investasi pada teknologi dan praktik operasional yang berorientasi keberlanjutan.

Faktor *Energy Efficiency and Post-Harvest Optimization* yang teridentifikasi sebagai salah satu faktor tersendiri dalam PCA menegaskan pentingnya pengelolaan pasca panen dan konsumsi energi pada rantai pasok perikanan. Studi mengenai rantai pasok produk perikanan menunjukkan bahwa penggunaan energi yang efisien, penerapan teknologi cold storage, dan pengurangan kehilangan pasca panen berperan langsung dalam menjaga kualitas produk, mengurangi limbah, dan meningkatkan pendapatan pelaku rantai pasok [26]. Korelasi antara hasil penelitian ini dengan temuan tersebut menunjukkan bahwa aspek teknis pasca panen merupakan bagian integral dari strategi SSCM yang menghubungkan keberlanjutan lingkungan dan ekonomi.

Pada level I hierarki ISM, faktor *Price Stability and Supply Chain Transparency* muncul sebagai faktor yang paling dipengaruhi oleh faktor-faktor lain dalam sistem. Secara struktural, hal ini berarti bahwa stabilitas harga dan transparansi biaya maupun informasi baru tercapai apabila kebijakan lingkungan, keselamatan kerja, integrasi rantai pasok, dan praktik operasional berkelanjutan sudah berjalan dengan baik. Hal ini sejalan dengan penelitian tentang transparansi harga dan traceability dalam rantai pasok pangan yang menyebutkan bahwa penggunaan teknologi informasi dan prinsip keberlanjutan dapat mengurangi asimetri informasi, meningkatkan kepercayaan, dan meredam volatilitas harga di pasar [27]. Dalam konteks perikanan, hal ini menunjukkan bahwa kestabilan harga dan transparansi bukan sekadar persoalan pasar, tetapi merupakan hasil akhir dari sistem rantai pasok yang dikelola secara berkelanjutan. Dalam penelitian ini, faktor *Cost Control and Operational Efficiency* dan *Energy Efficiency and Post-Harvest Optimization* dapat dipandang sebagai bentuk konkret dari strategi tersebut di sektor perikanan, sehingga wajar jika pada akhirnya berkontribusi terhadap tercapainya stabilitas harga dan transparansi di level tertinggi struktur ISM. Dengan demikian, hasil penelitian ini memberikan dukungan empiris bahwa upaya menjaga stabilitas harga dalam rantai pasok perikanan perlu diawali dari pembenahan struktur biaya dan efisiensi operasional.

Dari sisi metodologis, kombinasi penggunaan PCA dan ISM dalam penelitian ini melengkapi studi-studi sebelumnya yang umumnya hanya menggunakan salah satu pendekatan untuk mengidentifikasi dan memetakan faktor keberlanjutan rantai pasok perikanan. PCA memungkinkan identifikasi struktur faktor yang ringkas dari 24 indikator CSF, sementara ISM memberikan gambaran hirarki pengaruh antar faktor, sehingga menghasilkan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai peran masing-masing faktor dalam sistem.

Hasil penelitian ini menyarankan bahwa upaya penguatan SSCM pada sektor perikanan perlu dimulai dari pembenahan kebijakan hijau dan pengurangan emisi, dilanjutkan dengan penguatan keselamatan dan kapasitas tenaga kerja, integrasi kebijakan dan komunikasi rantai pasok, serta perbaikan pada aspek operasional seperti pengelolaan lingkungan, efisiensi biaya, dan pengelolaan pasca panen. Struktur hierarki yang dihasilkan ISM memberikan urutan prioritas yang logis bagi perumus kebijakan maupun pelaku industri perikanan untuk merancang intervensi yang lebih terarah. Hasil penelitian ini tidak hanya relevan pada tataran akademik, tetapi juga memiliki implikasi praktis bagi pengembangan kebijakan dan strategi industri perikanan berkelanjutan di tingkat daerah maupun nasional.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisis PCA berhasil mereduksi 24 indikator CSF menjadi tujuh faktor utama yang mampu menjelaskan sebesar 82,168% variasi total data. Ketujuh faktor tersebut mencerminkan integrasi tiga dimensi utama keberlanjutan, yaitu

ekonomi, lingkungan, dan sosial, yang saling terkait dalam membentuk sistem SSCM pada sektor perikanan. Faktor-faktor yang terbentuk meliputi *Environmental Management and Green Operations*, *Cost Control and Operational Efficiency*, *Price Stability and Supply Chain Transparency*, *Occupational Safety and Workforce Capability*, *Green Policy and Emission Reduction*, *Green Supply Chain Integration*, serta *Energy Efficiency and Post-Harvest Optimization*. Struktur faktor ini menunjukkan bahwa keberlanjutan rantai pasok perikanan tidak dapat dicapai melalui satu aspek tunggal, melainkan melalui kombinasi kebijakan, integrasi, dan praktik operasional yang berkelanjutan.

Hasil analisis ISM menunjukkan adanya struktur hirarki yang jelas antar faktor CSF. Faktor *Green Policy and Emission Reduction* menempati level paling dasar sebagai faktor penggerak utama (driver factor) yang memiliki pengaruh paling kuat terhadap faktor-faktor lainnya. Faktor ini menjadi landasan bagi penguatan aspek keselamatan kerja dan kapasitas tenaga kerja, integrasi kebijakan green supply chain, hingga penerapan praktik operasional yang efisien dan ramah lingkungan. Pada level teratas, faktor *Price Stability and Supply Chain Transparency* berperan sebagai faktor yang paling dipengaruhi, yang mencerminkan bahwa stabilitas harga dan transparansi rantai pasok merupakan hasil akhir dari keberhasilan penerapan SSCM secara menyeluruh.

Hasil penelitian ini menegaskan bahwa keberhasilan penerapan SSCM pada industri perikanan di Jawa Timur sangat bergantung pada penguatan kebijakan lingkungan dan pengurangan emisi sebagai fondasi utama, yang kemudian didukung oleh aspek sosial dan integrasi rantai pasok, serta diimplementasikan melalui praktik operasional yang efisien. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi dalam mengidentifikasi faktor-faktor kunci SSCM, tetapi juga menyajikan urutan prioritas strategis yang dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan dan perumusan kebijakan di sektor perikanan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Baron, S. Lawrence, and C. Nevins-bennett, "Sustainable Development Goals : A Case of the Community College Student Initiative Project," vol. 5, no. 3, 2024.
- [2] N. A. M. Khalufi, R. A. Sheikh, S. Faisal, and A. Khan, "Evaluating the Impact of Sustainability Practices on Customer Relationship Quality : An SEM-PLS Approach to Align with SDG," 2025.
- [3] P. Gazzola, C. Drago, E. Pavione, and N. Pignoni, "Sustainable Business Models : An Empirical Analysis of Environmental Sustainability in Leading Manufacturing Companies," 2024.
- [4] N. M. C. C. Kusmaputri and Diswandi, "Fisheries Production, Consumption, and Exports: Drivers of Indonesia's Blue Economy Performance Ni," vol. 6, no. 3, 2024.
- [5] M. Saeri, A. Jamaan, Y. E. Nizmi, Y. Olivia, T. K. Takwa, and M. Rafi, "Analysis from a policy perspective : The importance of strengthening in maritime axis policy design in Indonesia," vol. 8, no. 7, pp. 1–14, 2024.
- [6] P. W. Manggala and I. Sailah, "Analysis of Supply Chain Performance Improvement in the Fish Processing Industry Analisis Peningkatan Kinerja Rantai Pasok Industri Pengolahan Ikan," vol. 13, no. 1, pp. 54–70, 2024.
- [7] M. Mardhani, S. Syardiansah, S. Amilia, and K. Aswadi, "Assessing the Contribution of Marine Fisheries to the Indonesian Economy," *J. Coast. Ocean Sci.*, vol. Vol. 6 No., 2025, doi: <https://doi.org/10.31258/jocos.6.01.1-4>.
- [8] A. Dewi, B. Sinrang, A. Nur, and A. Massiseng, "Prospects of Fisheries Industry Development in Indonesia Through Online Publication Media," pp. 117–129.
- [9] Antara, "Indonesia's fisheries exports record surplus in 2018–2023," Antara News. [Online]. Available: <https://en.antaranews.com/news/331177/indonesias-fisheries-exports-record-surplus-in-2018-2023>
- [10] Gracia, M., Dorothy, L., & Syafiqah, N. (2025). Penguatan Prinsip Blue Economy: Reformulasi Hukum dan Implementasi Vaki Pipeline Counter untuk Memberantas Overfishing. *LITRA: Jurnal Hukum Lingkungan Tata Ruang Dan Agraria*, 04(April). <https://doi.org/https://doi.org/10.23920/litra.v4i2.2186>
- [11] S. Yang and J. Wu, "The Sustainability of the Fishery Industry and Environmental Development : A Study on Factor Market Distortions," 2023.
- [12] S. Asian and F. Development, "SEAFDEC Annual Report 2024," 2024.
- [13] Food and Agriculture Organization of the United Nations, *WORLD FISHERIES AND AQUACULTURE*. 2025.
- [14] A. Saidi, C. Cavallo, S. Puleo, T. Del Giudice, and G. Cicia, "Defining Traceability Attributes and Consumers ' Segmentation Based on Fish Attributes : A Case Study in Italy and Spain," 2024.
- [15] S. Zahran, "Investigating the Nexus between Green Supply Chain Practices and Sustainable Waste Management in Advancing Circular Economy," 2024.
- [16] S. Nazarian and S. A. Khan, "Integrating Social Sustainability into Supply Chain Management from the

- Perspective of the United Nations ' Sustainable Development Goals †," 2024.
- [17] M. Faisal, T. Kurrahman, and P. Meilanitasari, "Fuzzy TOPSIS for Post-Harvest Losses Drivers Evaluation in Fish Supply Chain : A Case Study," vol. 24, no. 2, pp. 127–140, 2023.
- [18] A. Ariffien, I. Sudirman, and A. T. Juniati, "Ilomata International Journal of Management," vol. 5, no. 1, pp. 320–339, 2024.
- [19] Food and Agriculture Organization of the United Nations, *WORLD FISHERIES AND AQUACULTURE*. 2020.
- [20] G. Wang, Y. Wang, S. Li, Y. Yi, C. Li, and C. Shin, "Sustainability in Global Agri-Food Supply Chains : Insights from a Comprehensive Literature Review and the ABCDE Framework," 2024.
- [21] F. Cahen, "ACHIEVING TRANSPARENCY THROUGH BLOCKCHAIN: SUSTAINABILITY OF FISHERY SUPPLY CHAIN MANAGEMENT," pp. 398–412, 2022.
- [22] D. Garforth, J. Brown, and A. Caveen, "Occupational health and safety in the aquaculture industry – a global review".
- [23] L. F. Rahman, L. Alam, and M. R. S. Marufuzzaman, "Traceability of Sustainability and Safety in Fishery Supply Chain Management Systems Using Radio Frequency Identification Technology. Foods 2021," 2021, doi: <https://doi.org/10.3390/foods10102265>.
- [24] I. B. Suryaningrat, N. Kuswardhani, S. R. Darmaningrum, and B. H. Purnomo, "Performance Evaluation of Green Supply Chain Management in Canned Fish ( Sardines ) Production Unit : A Case of Indonesia," vol. 05, no. 03, pp. 21–29, 2024.
- [25] A. Misbah, S. Sucipto, S. A. Mustaniroh, and I. Santoso, "OPTIMIZING SSCM IN THE SUPPLY CHAIN OF TRASH FISH TYPE," vol. 26, no. 3, 2025.
- [26] M. Iue, M. Makino, and M. Asari, "Seafood Sustainability Supply Chain Trends and Challenges in Japan : Marine Stewardship Council Fisheries and Chain of Custody Certificates," 2022.
- [27] N. L. Eyo-udo, C. Mokogwu, and A. Q. Olufemi-phillips, "Developing Ethical Frameworks for Sustainable Food Pricing Through Supply Chain Transparency," vol. XI, no. 2321, pp. 919–947, 2025, doi: 10.51244/IJRSI.