



Artikel Penelitian

Hubungan antar Hambatan *Green Supply Chain Management* (GSCM) pada Industri Kelapa Sawit di Indonesia

Rangga Primadasa, Dina Tauhida

Program Studi Teknik Industri Universitas Muria Kudus, PO BOX 53 Gondangmanis Bae, Kudus, Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Received: February 24, 20
Revised: May 10, 20
Available online: June 6, 20

KEYWORDS

GSCM barrier, palm oil industry, Interpretive Structural Modeling (ISM), MICMAC

CORRESPONDENCE

Phone: +6285784273595
E-mail: rangga.primadasa@umk.ac.id

A B S T R A C T

The palm oil industry as an important industry in Indonesia is demanded to conduct business in a sustainable way, including the implementation of green supply chain management (GSCM). However, there still exists some barriers that prevent the implementation of GSCM in this industry, and until to date and until to date, there is no research which comprehensively discuss such barriers. This study aims to identify potential barriers of implementing GSCM in the palm oil industry in Indonesia, to model the relationship between GSCM barriers and to classify it using the MICMAC approach. The interpretive structural modeling method is used in this study, where the stages began with a literature study to obtain GSCM indicators relevant to Indonesia's palm oil industry, from which the barriers are identified. The structural self-interaction matrix (SSIM) is then developed based on contextual relationships between barriers. Such relationship are identified by gathering experts opinion who have worked in the palm oil industry. Furthermore, SSIM is then converted into a binary matrix to get the level of each barrier. The level partitions stage is then applied to develop a chart and to model the GSCM barriers. Following these steps, this research identifies 15 GSCM barriers in the palm oil industry, which are arranged into a 6-level and divided into four clusters. This research is the first step toward the implementation of GSCM in palm oil industry in Indonesia. It provides promising opportunity for government and industries to formulate the strategy to eliminate such barriers.

PENDAHULUAN

Industri kelapa sawit merupakan industri yang penting bagi Indonesia. Hal tersebut dikarenakan oleh jumlah produksi dan ekspor kelapa sawit yang cenderung meningkat tiap tahunnya [1]. Pada tahun 2016, produksi minyak sawit Indonesia mencapai 35,57 juta ton, kemudian tahun 2017 menjadi 41,98 juta ton, terdapat kenaikan produksi sebesar 18% [1]. Pada tahun 2018, produksi meningkat 13% menjadi 47,43 juta ton [2]. Jumlah produksi pada tahun 2019 terhitung hingga bulan Agustus mencapai 34,94 juta ton [3]. Jumlah ekspor minyak kelapa sawit pada tahun 2016 mencapai 18,22 miliar dolar AS, kemudian meningkat menjadi 22,97 miliar dolar AS pada tahun 2017 atau naik 26% [1]. Pada tahun 2018, nilai ekspor minyak sawit Indonesia hanya mencapai 20,54 miliar dolar AS yang disebabkan oleh penurunan harga global [2].

Perkembangan industri kelapa sawit juga mempengaruhi kesejahteraan masyarakat dengan sangat signifikan. Elektrifikasi, ketersediaan sanitasi, bahan bakar non-kayu untuk memasak, akses pada infrastruktur, dan berbagai skema kredit menjadi lebih baik di desa-desa yang memiliki aktivitas ekonomi, salah satunya

adalah industri sawit di Kalimantan [4]. Industri kelapa sawit diidentifikasi dengan kesejahteraan dasar, fisik, dan finansial [4].

Saat ini, industri kelapa sawit memiliki tantangan yang sangat besar dengan adanya kecenderungan konsumen untuk membeli produk yang lebih ramah lingkungan [5]. Sementara itu, industri kelapa sawit dituntut sebagai penyebab kerusakan lingkungan hidup, meliputi deforestasi [6], sengketa lahan, berkurangnya keanekaragaman hayati, polusi udara, dan penyebab emisi gas rumah kaca [7]. Kebakaran hutan yang terjadi juga dituliskan kepada industri kelapa sawit seperti studi yang dilakukan Greenpeace Indonesia [8]. Khusus sengketa lahan sebuah studi pada tahun 2016 menunjukkan adanya 265 laporan di Kalimantan [9]. Sementara untuk gas rumah kaca pada tahun 2015 yang dihasilkan dari aktivitas industri kelapa sawit mencapai setara 5.5 ton karbondioksida untuk setiap ton CPO yang dihasilkan untuk keseluruhan Indonesia [10].

Tantangan yang besar pada industri kelapa sawit tersebut perlu diberikan respon yang serius oleh perusahaan, antara lain dengan melakukan implementasi *green supply chain management* (GSCM). Kepedulian terhadap lingkungan terhadap *supply chain* memunculkan GSCM yang menyebar sangat cepat di seluruh dunia [11]. GSCM sendiri dianggap dapat mengurangi efek

negatif dari polusi udara, polusi air, polusi tanah, dan limbah dari setiap sumber daya (energi, bahan, produk) aktivitas industri [12]. Selain itu, GSCM juga harus mendorong pembelian dari pemasok yang memiliki sertifikat ISO 14000 atau sertifikasi lain yang memiliki komitmen terhadap *eco-efficiency* [13].

Menghijaukan sebuah *supply chain* menjadi isu yang signifikan pada keilmuan SCM dan ini termasuk mengatur beberapa hal termasuk pembelian, mengatur *manufacturing materials*, sirkulasi, marketing, dan *reverse logistic* [14]. Selain itu, GSCM membutuhkan sebuah integrasi dan koordinasi dari setiap segmen bisnis dan aliansi strategi termasuk di dalamnya *inbound logistics*, *supply chain* internal dan proses produksi, *outbound logistics*, *reverse logistics*, kebutuhan konsumen, *responsiveness*, kualitas, dan efisiensi [15]. GSCM sendiri didefinisikan sebagai sebuah perluasan dari *supply chain* tradisional dengan melibatkan aktivitas yang bertujuan untuk mengurangi dampak terhadap lingkungan hidup dari keseluruhan siklus produk, termasuk diantaranya *green design*, pengurangan penggunaan sumber daya, pengurangan penggunaan material berbahaya, daur ulang produk dan penggunaan kembali [16].

Kegiatan rantai pasok industri kelapa sawit di hulu meliputi aktivitas di perkebunan, pemasaran dan pendistribusian tandan buah segar (TBS), dan infrastruktur agroindustri. Sementara di hilir meliputi aktivitas di pabrik pengolahan kelapa sawit (PKS), penyimpanan minyak mentah sawit (*Crude Palm Oil*) dan kernel serta ekspor [17]. Gambaran *supply chain* industri kelapa sawit pada kebun swadaya, dimulai dari kebun swadaya, pengepul, pabrik kelapa sawit (PKS), pabrik minyak goreng (MGS), distributor, *retailer*, terakhir konsumen [18]. Pada *paper* lain ditambahkan pedagang besar (Pemasok TBS) setelah pengepul atau pedagang pengumpul, sementara pada *supply chain* hilir konsumen dibagi menjadi dua yaitu konsumen lokal dan ekspor [19]. Industri kelapa sawit memiliki proses yang terintegrasi dan *supply chain* yang panjang. Implementasi GSCM pada industri kelapa sawit dimulai pada aktivitas di kebun, pabrik pengolahan kelapa sawit, hingga produk minyak sawit sampai ke konsumen.

Studi tentang GSCM telah banyak dilakukan, diantaranya pernah dilakukan analisa hambatan implementasi GSCM pada industri komponen otomotif di India dengan pendekatan *Interpretive Structural Modeling* (ISM) dan MICMAC [20]. Peneliti lain ada yang mengidentifikasi performa yang berkaitan dengan GSCM pada industri agro [21]. Kemudian ada pula yang melakukan studi GSCM dengan fokus pada pemilihan *supplier* yang mempertimbangkan faktor lingkungan menggunakan pendekatan ISM dan *fuzzy* MICMAC [22]. Selain itu pernah juga dilakukan pendekatan meta-analisis untuk mengkonseptualisasi praktek GSCM pada perusahaan [16]. Kami juga pernah mencari hubungan antar indikator GSCM pada industri sawit [1]. Namun demikian, studi yang secara khusus menganalisa hubungan antar hambatan GSCM pada industri kelapa sawit di Indonesia belum pernah dilakukan. Oleh karena itu, studi ini dilakukan untuk merancang strategi yang tepat dalam implementasi GSCM dengan mencari hambatan serta hubungan antar hambatannya. Metode ISM-MICMAC digunakan dalam studi ini dikarenakan mampu menampilkan hubungan antar hambatan GSCM pada industri kelapa sawit secara terstruktur dan detail. ISM sendiri didefinisikan sebagai sebuah aplikasi sistematis yang mampu

mengidentifikasi dan merangkum hubungan antar variabel spesifik dan dapat mendefinisikan sebuah masalah [23].

ISM digunakan oleh para peneliti untuk memahami hubungan langsung dan tidak langsung diantara berbagai macam variabel pada berbagai macam industri [23]. ISM dianggap sebuah metode yang efektif untuk merepresentasikan hubungan kausal antar elemen dan membantu proses pengambilan keputusan dengan memperoleh struktur model hirarki [24]. Pondasi teoritis ISM adalah berbasis matematika diskrit, teori grafis, ilmu sosial, dan perencanaan kolektif [25]. ISM juga memiliki kemampuan yang tinggi untuk menampilkan kerumitan yang dinamis [26].

MICMAC juga dikenal sebagai *matriced'Impacts croises-multiplication applique' and classment (cross impact matrix multiplication applied to classification)* [27]. MICMAC digunakan untuk mengkalkulasikan *driving power* dan *dependence power* untuk setiap faktor [28]. MICMAC dapat menganalisis hubungan setiap variabel aktif atau pasif [25]. MICMAC seringkali dikombinasikan dengan metode ISM untuk memodelkan hubungan setiap faktor kemudian mengklasifikasikan setiap faktor penyusun model.

Studi ini bertujuan: (1) mengidentifikasi hambatan GSCM pada industri kelapa sawit di Indonesia; (2) memodelkan hubungan antar hambatan GSCM pada industri kelapa sawit di Indonesia; (3) mengklasifikasikan setiap hambatan GSCM pada industri kelapa sawit di Indonesia berdasarkan nilai *driving power-dependency*. Studi ini tersusun secara berurutan sebagai berikut: metodologi secara detail pengembangan ISM-MICMAC ada pada bagian kedua, bagian ketiga menampilkan hasil, dan diskusi yang menampilkan model hubungan antar hambatan. Bagian keempat menampilkan kesimpulan dari studi ini.

METODE

Metode penelitian untuk mengembangkan sebuah model hubungan antar hambatan GSCM pada industri kelapa sawit di Indonesia secara garis besar dibagi menjadi tiga sub-tahapan. Sub-tahapan pertama melakukan identifikasi indikator performa GSCM yang kemudian dirinci (*breakdown*) menjadi hambatan GSCM industri kelapa sawit di Indonesia. Sub-tahapan kedua merupakan tahapan pembuatan model hubungan antar hambatan tersebut menggunakan ISM. Sub-tahapan kedua ini cukup panjang yaitu menyusun hubungan kontekstual antar hambatan, menyusun *structural-self-interaction-matrix*, menyusun *reachability matrix*, menyusun *level partitions*, mengembangkan *digraph*, menghapus *transitivity* dari *digraph*, mengganti *variable nodes* dengan *relationship statements*, dan jika konsep sudah konsisten maka model ISM diterima. Kemudian sub-tahapan ketiga yaitu mengelompokkan setiap hambatan yang didapat menggunakan metode MICMAC. Skema penelitian setiap tahapan secara detail dapat dilihat pada Gambar 1.

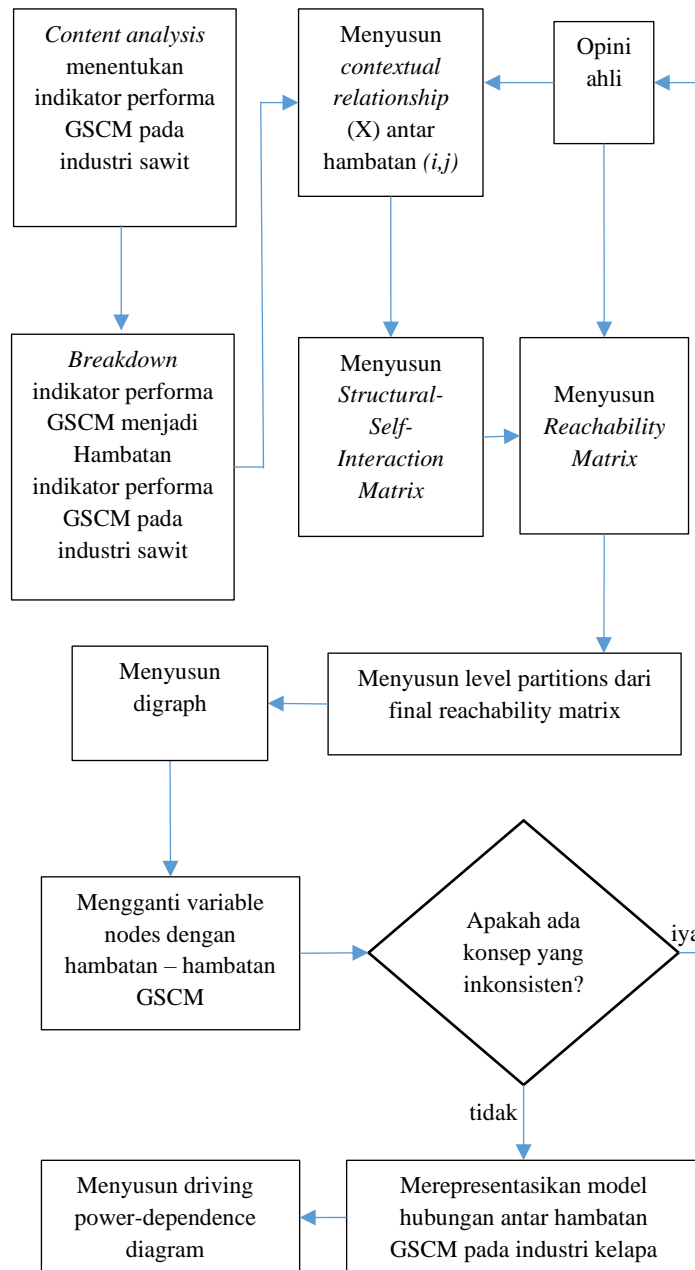
Identifikasi Indikator Performa GSCM Industri Kelapa Sawit di Indonesia

Content analysis dilakukan terhadap prinsip dan kriteria dari *Indonesian Sustainable Palm Oil* (ISPO) [29], *Roundtable Sustainable Palm Oil* (RSPO) [30], serta literatur yang berkaitan dengan GSCM industri sawit. RSPO adalah organisasi

multistakeholder yang didirikan pada tahun 2004 yang kemudian mengadopsi *Millennium Development Goals* (MDGs) yang berkaitan dengan *people, profit, planet* (3P) dalam kriteria dan prinsip. *World Wild Life Fund for Nature* (WWF) menginisiasi lahirnya RSPO berdasarkan permasalahan lingkungan pada industri kelapa sawit, dan inti dari RSPO adalah *sustainability*. Pada pertemuan RSPO di London disepakati bahwa *sustainability* pada kelapa sawit di dalamnya juga termasuk faktor sosial dan ekonomi [31]. RSPO sendiri membebaskan anggotanya secara sukarela untuk berkomitmen pada mekanisme RSPO untuk tujuan memproduksi dan menggunakan minyak sawit yang *sustainable* [5]. *Content analysis* menyaring kata menjadi lebih sederhana yang berkaitan dengan kategori yang diinginkan [32]. Sebagai contoh, di dalam dokumen RSPO [30] pada indikator 4.4.3 tertulis, “*appropriate treatment of mill effluent to required*

levels and regular monitoring of discharge quality, especially Biochemical Oxygen Demand (BOD), shall be in compliance with national regulations (Criteria 2.1 and 5.6)”. Setelah dilakukan proses *content analysis*, didapatkan bahwa *Biochemical Oxygen Demand* dapat masuk ke dalam indikator performa GSCM. Proses *content analysis* pada tahap ini menghasilkan indikator GSCM industri sawit di Indonesia terlihat pada Tabel 1.

Indikator performa GSCM digunakan sebagai dasar langkah awal dalam penelitian ini karena memiliki keunggulan sebagai penyeimbang proses GSCM dan mencari area mana yang membutuhkan perbaikan, selain itu juga mampu memfasilitasi laporan eksternal, kontrol internal, serta sebagai pemeran utama dalam perencanaan, desain, implementasi dan monitoring sistem [34].



Gambar 1. Flowchart Tahapan Penelitian ISM-MICMAC Hubungan Antar Hambatan GSCM pada Industri Kelapa Sawit

Tabel 1. Indikator Performa GSCM Industri Kelapa Sawit di Indonesia

No.	Indikator Performa GSCM	Referensi
1	Biochemical Oxygen Demand	[30], [5]
2	Mill water use per ton FFB	[30], [5]
3	Pesticides and fertilizer use	[30]
4	Proper disposal use	[30]
5	Palm oil mill effluent	[30]
6	Greenhouse gas emissions	[30],
7	Biodiversity	[30]
8	High Conservation habitats	[30], [29]
9	Illegal hunting	[30]
10	No land preparation by burning	[30], [33]
11	Soil erosion	[33]
12	Machine efficiency	[33]
13	Reuse of waste	[33], [5]
14	Hazardous and toxic waste material	[33]
15	Energy usage	[5]

Breakdown Indikator Performa GSCM Menjadi Hambatan GSCM

Hambatan GSCM pada industri kelapa sawit di Indonesia didapatkan dengan merinci (*breakdown*) indikator performanya pada Tabel 1. Proses *breakdown* indikator menjadi hambatan GSCM dilakukan oleh lima orang ahli melalui proses *Focus Group Discussion* (FGD). Setiap ahli mendapatkan daftar indikator performa GSCM, kemudian mendiskusikan dan menyepakati hambatan terbesar yang mempengaruhi ketercapaian performa GSCM di tempat kerja berdasarkan pengalaman mereka. Apabila terjadi perbedaan pendapat, maka pendapat terbanyak dipilih sebagai hasil *breakdown* sekaligus sebagai proses validasi. Hasil dari proses ini ditunjukkan pada Tabel 2.

Menyusun Hubungan Kontekstual Antar Hambatan GSCM dengan Structural Self-Interaction Matrix

Structural self-interaction matrix (SSIM) merupakan hubungan kontekstual antar hambatan GSCM industri kelapa sawit di Indonesia. Matriks SSIM diisi oleh seorang ahli yang telah bekerja di industri kelapa sawit di Indonesia lebih dari lima tahun. Empat simbol digunakan untuk menggambarkan arah hubungan antar hambatan tersebut (*i* dan *j*):

V: penyelesaian hambatan *i* akan membantu penyelesaian hambatan *j*.

A: penyelesaian hambatan *j* akan membantu penyelesaian hambatan *i*.

X: hambatan *i* dan *j* saling mempengaruhi satu sama lain jika diselesaikan.

O: hambatan *i* dan *j* tidak berhubungan satu sama lain.

SSIM ditampilkan pada Tabel 3 dimana pada kolom 1 kode hambatan ditulisurut kebawah dari H-1 hingga H-14, sedangkan

di bagian baris pertama kode hambatan disusun terbalik dari H-15 sampai H-2.

Tabel 2. Hambatan GSCM pada Industri Kelapa Sawit di Indonesia

Indikator Performa GSCM	Hambatan Performa GSCM
Biochemical Oxygen Demand	Inkonsistensi dalam pengelolaan IPAL (H1)
Mill water use per ton FFB	Kurang kontrol penggunaan air di mill (H2)
Pesticides and fertilizer use	Pemberian pupuk dan pestisida yang kurang optimal (H3)
Proper disposal use	Kekurangan ketersediaan armada pengangkutan waste dari disposal (H4)
Palm oil mill effluent	Tingginya persentase sampah dalam FFB yang masuk mill (H5)
Greenhouse gas emissions	Penggunaan cangkang berlebihan di stasiun boiler (H6)
Biodiversity	Tidak melakukan pemetaan biodiversity sebelum penyiapan lahan (H7)
High Conservation habitats	Tidak memiliki manajemen investigasi HCV area (H8)
Illegal hunting	Kurang kerjasama penjagaan area konsesi dengan masyarakat sekitar (H9)
No land preparation by burning	Inkonsistensi implemetasi SOP penyiapan lahan (H10)
Soil erosion	Tidak memiliki rencana mitigasi <i>soil erosion and degradation</i> (H11)
Machine efficiency	<i>Preventive maintenance</i> tidak berjalan dengan baik (H12)
Reuse of waste	Kurangnya kesadaran dalam pengelolaan limbah (H13)
Hazardous and toxic waste material	Tidak memiliki tempat khusus penyimpanan limbah B3 (H14)
Energy usage	Operasional stasiun boiler dan <i>engine room</i> kurang maksimal (H15)

Tabel 3. *Structural Self-Interaction Matrix* (SSIM) Hambatan GSCM pada Industri Kelapa Sawit di Indonesia

Kode	H15	H14	H13	H12	H11	H10	H9	H8	H7	H6	H5	H4	H3	H2
H1	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	A	A
H2	V	O	A	A	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
H3	O	O	A	O	A	O	O	O	O	O	O	O		
H4	A	O	A	O	O	O	O	O	O	O	O			
H5	O	O	O	V	O	O	O	O	O	O				
H6	X	O	A	X	O	O	O	O	O					
H7	O	O	O	O	O	X	O	X						
H8	O	O	O	O	O	X	O							
H9	O	O	O	O	O	V								
H10	O	O	O	O	X									
H11	O	O	O	O										
H12	V	O	A											
H13	O	A												
H14	O													

Menyusun Reachability Matrix

Setelah SSIM Matrix tersusun, selanjutnya dilakukan penyusunan *initial reachability matrix* dimana kode V, A, X, O pada SSIM Matrix diubah dalam kode *binary* dengan aturan sebagai berikut:

- (i) Jika V yang muncul pada elemen (i,j) di SSIM Matrix maka 1 dituliskan pada elemen (i,j) dan 0 pada elemen (j,i) di *initial reachability matrix*.
- (ii) Jika A yang muncul pada elemen (i,j) di SSIM Matrix maka 0 dituliskan pada elemen (i,j) dan 1 pada elemen (j,i) di *initial reachability matrix*.
- (iii) Jika X yang muncul pada elemen (i,j) di SSIM Matrix maka 1 dituliskan pada elemen (i,j) dan 1 pada elemen (j,i) di *initial reachability matrix*.
- (iv) Jika O yang muncul pada elemen (i,j) di SSIM Matrix maka 0 dituliskan pada elemen (i,j) dan 0 pada elemen (j,i) di *initial reachability matrix*.

Tabel 4. *Initial Reachability Matrix* Hambatan GSCM pada Industri Kelapa Sawit di Indonesia

Kode	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
H1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
H3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
H6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
H7	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
H8	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
H9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
H10	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0
H11	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
H12	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
H13	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
H14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
H15	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Setelah *initial reachability matrix* tersusun seperti nampak pada Tabel 4, selanjutnya dilakukan pengecekan *transitivity*-nya dengan logika jika variable X berpengaruh pada variable Y, dan variable Y berpengaruh pada variable Z, maka variable X berpengaruh pada variable Z. Sebagai ilustrasi pada variable $H2 \rightarrow H15$ bernilai "1" dan $H15 \rightarrow H4$ juga bernilai "1", maka seharusnya $H2 \rightarrow H4$ juga bernilai "1", karena pada *initial reachability matrix* masih bernilai "0" maka diubah menjadi "1" pada *final reachability matrix*. Hasil *final reachability matrix* nampak pada Tabel 5.

Pengolahan *Final Reachability Matrix* dapat dilihat pada Tabel 5. Nilai pada tabel *Final Reachability Matrix* tersebut berasal dari hasil *transitivity* dari Tabel 4, kemudian menghitung nilai *driving power* dan *dependence*. Nilai *driving power* berasal dari penjumlahan nilai *transitivity* pada tiap variabel secara horizontal. Nilai *dependence* didapat dari hasil penjumlahan nilai

transitivity pada tiap variabel secara vertikal. Selanjutnya, nilai *driving power* dan *dependence* dihitung peringkatnya berdasarkan nilai tertinggi yang didapatkan. *Driving power* dan *dependence* digunakan untuk melakukan analisis Diagram *Driving-Dependence Power* yang dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 5. *Final Reachability Matrix* Hambatan GSCM pada Industri Kelapa Sawit di Indonesia

Kode	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	Driving power
H1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
H2	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
H3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
H4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
H5	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	5	5
H6	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	5	5
H7	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	4
H8	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	4
H9	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	5
H10	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	5
H11	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	6
H12	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	6
H13	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	8
H14	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	7
H15	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	4
Dependence	6	6	5	7	1	7	5	5	1	5	5	6	2	1	6	

Menyusun Level Partitions

Final reachability matrix selanjutnya dijadikan dasar untuk menyusun *level partitions*. Pada iterasi pertama *level partitions* terdiri yang utama dari *reachability sets* dan *antecedent sets* yang bersumber dari *final reachability matrix* [23]. *Reachability sets* untuk hambatan terdiri atas hambatan itu sendiri dan hambatan lain yang mempengaruhi, sementara *antecedent sets* adalah hambatan itu sendiri dengan hambatan lain yang dipengaruhi hambatan lain [20]. Untuk iterasi kedua dan seterusnya caranya dengan bertahap menghapus yang jumlah *reachability set*-nya paling banyak bersesuaian dengan *intersection set*-nya, kemudian disertai menghapus variabel tersebut pada *antecedent set* dan *intersection set*, begitu seterusnya sampai pada iterasi yang terakhir.

Tabel 6. *Level Partitions* Iterasi 1

Kode	Reachability Set	Antecedent Set	Intersection Set	Level
H1	1	1,2,3,11,12,13	1	1
H2	1,2,4,6,15	2,5,6,12,13,14	2,6	
H3	1,3	3,10,11,13,14	3	
H4	4	2,4,6,12,13,14,15	4	1
H5	2,5,6,12,15	5	5	
H6	2,4,6,12,15	2,5,6,12,13,14,15	2,6,12,15	
H7	7,8,10,11	7,8,9,10,11	7,8,10,11	1
H8	7,8,10,11	7,8,9,10,11	7,8,10,11	1
H9	7,8,9,10,11	9	9	
H10	3,7,8,10,11	7,8,9,10,11	7,8,10,11	
H11	1,3,7,8,10,11	7,8,9,10,11	7,8,10,11	
H12	1,2,4,6,12,15	5,6,12,13,14,15	6,12	
H13	1,2,3,4,6,12,13,15	13,14	13	
H14	2,3,4,6,12,13,14	14	14	
H15	4,6,12,15	2,5,6,12,13,15	2,6,12,15	

Level partitions iterasi 1 dilakukan pada variabel 1, 4,7, dan 8. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai *intersection set* yang didapat dari nilai *reachability set* yang sama dengan nilai *antecedent set*. Iterasi dilakukan dengan melihat nilai *reachability set* yang sama dengan nilai *intersection set*. Kemudian variabel yang diiterasi akan hilang pada iterasi berikutnya.

Tabel 7. Level Partitions Iterasi 2

Kode	Reachability Set	Antecedent Set	Intersection Set	Level
H2	2,6,15	2,5,6,12,13,14,15	2,6,15	2
H3	3	3,10,11,13,14	3	2
H5	2,5,6,12,15	5	5	
H6	2,6,12,15	2,5,6,12,13,14,15	2,6,12,15	2
H9	9,10,11	9	9	
H10	3,10,11	9,10,11	10,11	
H11	3,10,11	9,10,11	10,11	
H12	2,6,12,15	5,6,12,13,14,15	6,12	
H13	2,3,6,12,13	13,14	13	
H14	2,3,6,12,13,14,15	14	14	
H15	2,6,12,15	2,5,6,12,13,14,15	2,6,12,15	2

Pada level partitions iterasi 2 terlihat bahwa variabel 2, 3, 6, dan 15 merupakan variabel yang tereliminasi untuk proses iterasi selanjutnya. Proses iterasi sama dengan proses iterasi 1, berdasarkan nilai *reachability set* yang sama dengan nilai *intersection set*. Iterasi terus dilakukan hingga seluruh variabel dieliminasi.

Tabel 8. Level Partitions Iterasi 3

Kode	Reachability Set	Antecedent Set	Intersection Set	Level
H5	5,12	5	5	
H9	9,10,11	9	9	
H10	10,11	9,10,11	10,11	3
H11	10,11	9,10,11	10,11	3
H12	12	5,12,13,14	12	3
H13	12,13	13,14	13	
H14	12,13,14	14	14	

Tabel 9. Level Partitions Iterasi 4

Kode	Reachability Set	Antecedent Set	Intersection Set	Level
H5	5	5	5	4
H9	9	9	9	4
H13	13	13,14	13	4
H14	13,14	14	14	

Tabel 10. Level Partitions Iterasi 5

Kode	Reachability Set	Antecedent Set	Intersection Set	Level
H14	14	14	14	5

Tabel 10 adalah iterasi ke-5 dengan mengeliminasi variabel terakhir yaitu variabel 14. Setelah melakukan iterasi terakhir, keseluruhan iterasi dapat dilihat pada Tabel 11 yang merupakan *Final Level Partitions* dimana dari keseluruhan iterasi tersebut dapat disusun hubungan antar variabel.

Tabel 11. Final Level Partitions

Kode	Reachability Set	Antecedent Set	Intersection Set	Level
H1	1	1,2,3,11,12,13	1	1
H4	4	2,4,6,12,13,14,15	4	1
H7	7,8,10,11	7,8,9,10,11	7,8,10,11	1
H8	7,8,10,11	7,8,9,10,11	7,8,10,11	1
H3	1,3	3,10,11,13,14	3	2
H6	2,4,6,12,15	2,5,6,12,13,14,15	2,6,12,15	2
H15	4,6,12,15	2,5,6,12,13,15	2,6,12,15	2
H2	1,2,4,6,15	2,5,6,12,13,14	2,6	3
H10	3,7,8,10,11	7,8,9,10,11	7,8,10,11	3
H11	1,3,7,8,10,11	7,8,9,10,11	7,8,10,11	3
H9	7,8,9,10,11	9	9	4
H12	1,2,4,6,12,15	5,6,12,13,14,15	6,12	4
H5	2,5,6,12,15	5	5	5
H13	1,2,3,4,6,12,13,15	13,14	13	5
H14	2,3,4,6,12,13,14	14	14	6

Tabel 11 merupakan keseluruhan iterasi dari iterasi 1 hingga iterasi 5. Level telah diurutkan dari level 1 hingga level 6 untuk memudahkan proses pembuatan *digraph* di tahap selanjutnya.

Menyusun Digraph

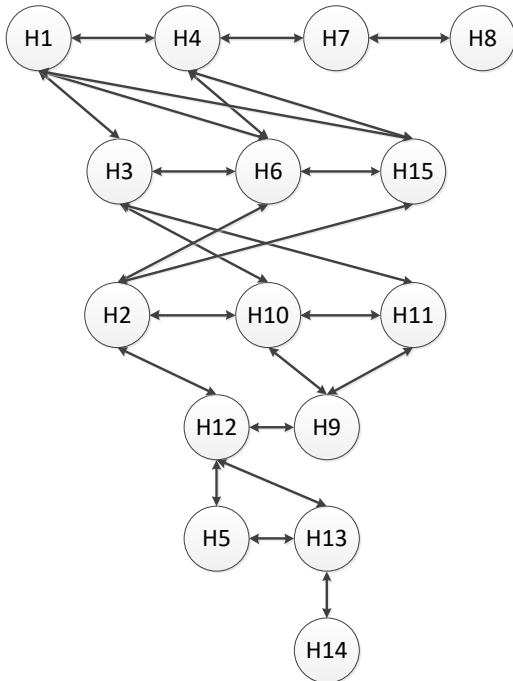
Digraph merupakan representasi grafis dari variabel-variabel terkait. Penyusunan *digraph* berdasarkan urutan iterasi dan variabel-variabel yang dieliminasi pada iterasi tersebut. Penyusunan *digraph* dilakukan agar hubungan antar variabel dapat terlihat dengan jelas.

Penyusunan *digraph* awal dilakukan berdasarkan *Final Level Partitions* yang dapat dilihat pada Tabel 11. *Digraph* merupakan Teknik pemodelan sistem yang terdiri dari *node* dan garis panah penghubung antar *node* [35]. *Digraph* menunjukkan keterkaitan hubungan antar variabel, dimana penyusunan *digraph* dilakukan dengan *levelling*. *Digraph* disusun dari level atas/*top level* dan kemudian level kedua/*second level* disusun di bawah *top level*, penyusunan tersebut dilakukan hingga ke level bawah/*bottom level* yang ditempatkan pada posisi terbawah (iterasi terakhir). *Digraph* membantu dalam keteraturan bentuk variabel serta arah kompleksitas hubungan antar variabel [35]. *Digraph* hubungan antar hambatan GSCM untuk industri kelapa sawit di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 2.

Mengganti Variable Nodes dengan Hambatan GSCM Industri Kelapa Sawit di Indonesia

Setelah *digraph* tersusun, maka dilakukan penggantian setiap *variable nodes* dengan hambatan GSCM industri kelapa sawit di Indonesia sesuai dengan kode disetiap *variable nodes* pada *digraph*. Maka terbentuklah model ISM hubungan antar hambatan GSCM untuk industri kelapa sawit di Indonesia seperti dapat dilihat pada pada Gambar 3. Model ISM yang terbentuk kemudian dikofirmasikan kembali kepada ahli yang sama dalam menyusun hubungan kontekstual antar hambatan GSCM dengan

SSIM, jika menurutnya model yang terbentuk inkonsisten, maka proses penyusunan model diulang kembali pada tahanan penyusunan SSIM, tetapi jika model yang tersusun sudah konsisten, maka model tersebut diterima. Pada proses penelitian ini, model yang terbentuk sudah konsisten, sehingga diterima sebagai model ISM hubungan antar hambatan GSCM industri kelapa sawit di Indonesia.



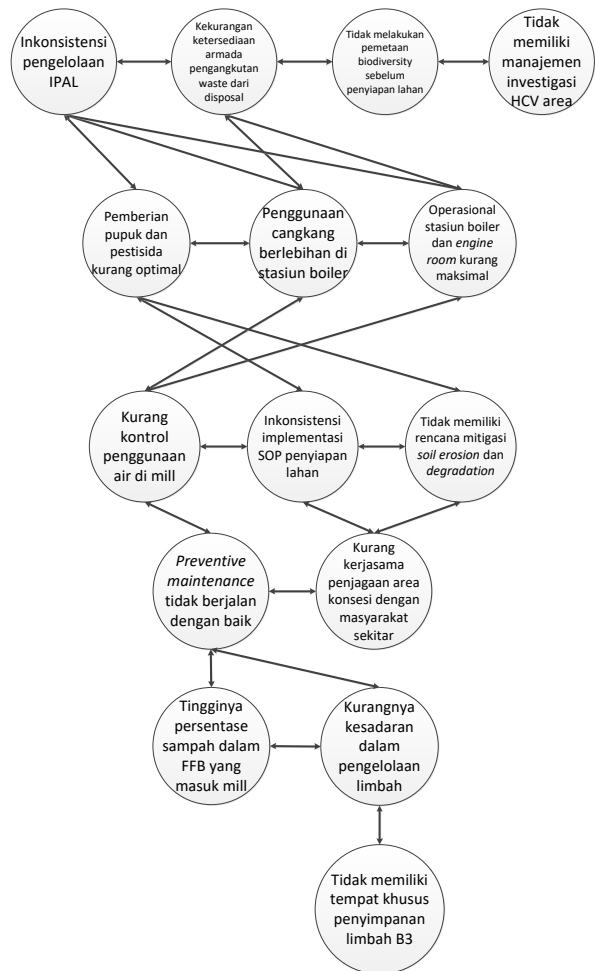
Gambar 2. Digraph Hubungan antar Hambatan GSCM untuk Industri Kelapa Sawit di Indonesia

Menyusun Driving Power-Dependence Diagram

Metode klasifikasi indikator dengan mempertimbangkan *driving power* (daya kendali) dan *dependency classification* (klasifikasi ketergantungan) menggunakan analisis MICMAC dikembangkan oleh Duperin dan Godet [36]. Pada penelitian ini, indikator yang dimaksud adalah hambatan GSCM industri kelapa sawit di Indonesia. Nilai dari daya kendali dan ketergantungan dikombinasi dari tabel *final reachability* yang ditunjukkan pada Tabel 5. Kemudian diagram *driving power and dependency classification* dapat dilihat pada Gambar 4.

Setiap indikator diklasifikasikan ke dalam empat klaster sebagai berikut:

- Klaster 1: *Autonomous Indicators*: Indikator ini memiliki klasifikasi ketergantungan dan daya kendali yang kecil. Mereka cenderung tidak terkait dengan indikator lain.
- Klaster 2: *Dependent Indicators*: Indikator-indikator ini memiliki ketergantungan yang kuat tetapi daya kendalinya lemah.
- Klaster 3: *Linkage Indicators*: Indikator-indikator ini memiliki ketergantungan tinggi sementara daya kendali tinggi.
- Klaster 4: *Independent Indicators*: Indikator Independen: indikator yang memiliki ketergantungan lemah tetapi daya kendali tinggi.



Gambar 3. Model ISM Hubungan antar Hambatan GSCM untuk Industri Kelapa Sawit di Indonesia

11														
10														
9														
8														
7		H13												
6														
5		H14			Independent Indicators					Linkage Indicators				
4														
3														
2														
1														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			

Gambar 4. Diagram Driving-Dependence Power

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hambatan GSCM Industri Kelapa Sawit di Indonesia

Penelitian Kusri dan Primadasa [5] menemukan 11 indikator lingkungan untuk *supply chain* industri kelapa sawit di Indonesia yang kemudian dirinci (*breakdown*) pada penelitian lainnya [37] dengan mendapatkan 11 hambatan performa lingkungan. Penelitian tersebut membahas *sustainable supply chain management* tidak bisa memunculkan keseluruhan hambatan GSCM industri sawit di Indonesia, karena penelitian tersebut tidak spesifik pada faktor lingkungan (*green*). Sedangkan pada

penelitian ini dapat dimunculkan 15 hambatan yang disajikan pada Tabel 2. Beberapa hambatan GSCM pada penelitian ini bersesuaian dengan penelitian sebelumnya [37], antara lain: Inkonsistensi dalam pengelolaan IPAL (H1) bersesuaian dengan (1) tidak optimalnya aerator di pond limbah terakhir dan (2) tidak optimalnya pengutipan minyak di *pond* limbah awal; Kurang kontrol penggunaan air di mill (H2) yang bersesuaian dengan (3) banyaknya kebocoran pipa air dan (4) banyaknya kebocoran pipa steam; pemberian pupuk dan pestisida yang kurang optimal (H3) bersesuaian dengan (5) tingginya penggunaan pupuk anorganik; kesadaran dalam pengelolaan limbah kurang (H13) bersesuaian dengan (6) kurang optimalnya pengolahan limbah padat, (7) tidak optimalnya *land aplikasi* pada limbah cair, dan (8) kurang terkontrolnya limbah udara (dari cerobong stasiun boiler).

Interpretative Structural Modelling Hambatan GSCM Industri Kelapa Sawit di Indonesia

Penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Jayant dan Azhar [20] juga menggunakan pendekatan ISM untuk memodelkan hambatan GSCM dengan kasus secara umum model ISM 4 level. Sementara pada penelitian ini tersusun model ISM dengan enam level. Level tertinggi (1) penelitian ini menempatkan empat hambatan, antara lain: Inkonsistensi dalam pengelolaan IPAL (H1), Kekurangan ketersediaan armada pengangkutan waste dari disposal (H4), Tidak melakukan pemetaan biodiversity sebelum penyiapan lahan (H7), Tidak memiliki manajemen investigasi HCV area (H8). Sementara, untuk level tertinggi (1) pada penelitian lain [20] hasilnya berbeda, yaitu *market competition*, *lack of sustainability certification*, *cost of disposal of hazardous product*, dan *pollutioin/wastages of industries*. Hambatan GSCM pada kasus industri kelapa sawit membuat model yang didapatkan berbeda. Peneliti lain [20] mendapatkan hambatan GSCM langsung dari studi literatur penelitian sebelumnya. Sedangkan untuk penelitian ini studi literatur dilakukan dengan mendapatkan indikator performa GSCM industri kelapa sawit, kemudian hambatan dicari dengan merinci (*breakdown*) indikatornya agar didapatkan hambatan GSCM yang spesifik. Logika yang terbangun pada model ISM (Gambar 3) adalah apabila hambatan pada level yang bawah diselesaikan maka hambatan pada level atasnya yang memiliki hubungan juga dapat diselesaikan kemudian.

Klasifikasi setiap Hambatan GSCM Industri Kelapa Sawit di Indonesia

Penelitian terdahulu [20] mendapatkan diagram *driving-dependence power* yang sebagian besar (19 dari 20) hambatan GSCM-nya berada pada klaster 3 (*linkage indicators*) dan hanya satu hambatan GSCM yang masuk ke klaster 4 (*independent indicators*). Sedangkan pada penelitian ini setiap hambatan GSCM industri kelapa sawit di Indonesia cenderung merata disetiap klaster. Tingginya persentase sampah dalam FFB yang masuk mill (H5), Kurang kerjasama penjaagaan area konsesi dengan masyarakat sekitar (H9), Inkonsistensi implemetasi SOP penyiapan lahan (H10), Tidak melakukan pemetaan biodiversity sebelum penyiapan lahan (H7), Tidak memiliki manajemen investigasi HCV area (H8), Pemberian pupuk dan pestisida yang kurang optimal (H3) masuk kedalam klaster pertama (*autonomous indicators*). Klaster kedua (*dependent indicators*) termasuk di dalamnya yaitu Kurang kontrol penggunaan air di

mill (H2), Penggunaan cangkang berlebihan di stasiun boiler (H6), Operasional stasiun boiler dan engine room kurang maksimal (H15), lain Inkonsistensi dalam pengelolaan IPAL (H1), Kekurangan ketersediaan armada pengangkutan waste dari disposal (H4). Sementara, klaster ketiga (*linkage Indicators*) hanya *Preventive maintenance* tidak berjalan dengan baik (H12). Terakhir, klaster keempat (*Independent Indicators*) terdiri dari Tidak memiliki rencana mitigasi *soil erosion and degradation* (H11), Kesadaran dalam pengelolaan limbah kurang (H13), Tidak memiliki tempat khusus penyimpanan limbah B3 (H14).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa ada 15 hambatan yang menyebabkan performa GSCM pada industri kelapa sawit di Indonesia tidak maksimal. Dari hambatan-hambatan ini tersusun model antar hambatan GSCM pada industri kelapa sawit di Indonesia dengan pendekatan *interpretative modelling* dengan enam level, dimana level pertama meliputi Inkonsistensi dalam pengelolaan IPAL (H1), Kekurangan ketersediaan armada pengangkutan waste dari disposal (H4), Tidak melakukan pemetaan biodiversity sebelum penyiapan lahan (H7), Tidak memiliki manajemen investigasi HCV area (H8). Level kedua meliputi: Pemberian pupuk dan pestisida yang kurang optimal (H3), Penggunaan cangkang berlebihan di stasiun boiler (H6), Operasional stasiun boiler dan engine room kurang maksimal (H15). Level ketiga meliputi: Kurang kontrol penggunaan air di mill (H2), Inkonsistensi implemetasi SOP penyiapan lahan (H10), Tidak memiliki rencana mitigasi *soil erosion and degradation* (H11). Level keempat meliputi: *Preventive maintenance* tidak berjalan dengan baik (H12), Kurang kerjasama penjaagaan area konsesi dengan masyarakat sekitar (H9). Level kelima meliputi: Tingginya persentase sampah dalam FFB yang masuk mill (H5), Kesadaran dalam pengelolaan limbah kurang (H13); dan terakhir level enam hanya Tidak memiliki tempat khusus penyimpanan limbah B3 (H14). Level tertinggi sampai terendah disusun urut dari atas ke bawah, untuk hambatan yang setara disusun sejajar. Dengan menggunakan pendekatan MICMAC, hambatan GSCM pada industri kelapa sawit di Indonesia yang masuk klaster 1 (*autonomous indicators*) terdiri dari enam hambatan, klaster 2 (*dependent indicators*) ada lima hambatan, klaster 3 (*linkage indicators*) ada satu hambatan, sementara klaster 4 (*independent indicators*) terdiri atas tiga hambatan.

Batasan dan Penelitian Selanjutnya

Batasan dari penelitian ini adalah hambatan performa GSCM diturunkan dari indikator GSCM yang diturunkan dari studi literatur. Kedepan hambatan bisa saja langsung yang diidentifikasi hambatannya tanpa harus diturunkan dari indikatornya, dan hambatan tersebut bisa kombinasi dari studi literatur dan studi langsung di lapangan. Selain itu, model ISM yang dikembangkan berdasarkan pendapat ahli memungkinkan untuk bisa dan sangat terbatas pada industri kelapa sawit.

Dari sisi metode, semakin banyak variabel membuat kompleksitas pada metode ISM-nya, sehingga penelitian ini hanya membatasi jumlah variabelnya berupa hambatan performa GSCM pada industri sawit. Kemudian, dari hubungan yang terbentuk pada model ISM kedepan mungkin bisa divalidasi

secara statistik menggunakan *structural equation model* (SEM). Software AMOS dapat juga digunakan untuk menilai hubungan yang diturunkan dari model ini.

Implikasi Praktis

Untuk pihak manajemen pada industri kelapa sawit, penelitian ini bisa memberikan arahan bagaimana strategi untuk mengeliminasi hambatan-hambatan GSCM agar secara perlahan rantai pasok yang dikelola semakin sedikit dampak negatifnya terhadap lingkungan. Misalnya hambatan-hambatan yang termasuk kedalam *lingkage indicators* dan *independent indicators*, sebaiknya diselesaikan dahulu mengingat faktor yang tinggi, sehingga ketika hambatan ini terselesaikan maka banyak hambatan lain yang lebih ringan penyelesaiannya.

Implikasi Teoretis

Penelitian ini memberikan beberapa implikasi terhadap pengembangan teori. Pertama, ini memberikan tambahan pengetahuan tentang GSCM khususnya pada industri kelapa sawit di Indonesia. Penelitian mengenai GSCM ini telah banyak dilakukan, namun belum ada yang spesifik membahas tentang hambatan GSCM pada industri sawit di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Primadasa, A. Sokhibi, and D. Tauhida, "Interrelationship of Green Supply Chain Management (GSCM) Performance Indicators for Palm Oil Industry in Indonesia," 2019. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/598/1/012034>.
- [2] GAPKI, "Refleksi Industri Kelapa Sawit 2018 & Prospek 2019," 2018.
- [3] GAPKI, "Indonesian Palm Oil Statistics Data 2019," 2019.
- [4] T. Santika et al., "Does oil palm agriculture help alleviate poverty? A multidimensional counterfactual assessment of oil palm development in Indonesia," *World Dev.*, vol. 120, pp. 105–117, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.04.012>.
- [5] E. Kusri and R. Primadasa, "Design of Key Performance Indicators (KPI) for Sustainable Supply Chain Management (SSCM) Palm Oil Industry in Indonesia," in *IJCAET & ISAMPE 2017*, vol. 02068, pp. 1–6, 2018. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201815902068>
- [6] J. Lyons-white and A. T. Knight, "Palm oil supply chain complexity impedes implementation of corporate no-deforestation commitments," *Glob. Environ. Chang.*, vol. 50, no. April, pp. 303–313, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.04.012>.
- [7] M. Munasinghe, P. Jayasinghe, Y. Deraniyagala, and A. Mota, "Value-Supply Chain Analysis (VSCA) of crude palm oil production in Brazil, focusing on economic, environmental and social sustainability," *Sustain. Prod. Consum.*, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2018.10.001>
- [8] Greenpeace Indonesia, "Krisis Kebakaran Hutan dan Lahan di Indonesia : Perusahaan Kelapa Sawit dan Bubur Kertas dengan Area Kebakaran Terbesar Tak Tersentuh Hukum," 2019.
- [9] N. K. Abram et al., "Oil palm–community conflict mapping in Indonesia: A case for better community liaison in planning for development initiatives," *Appl. Geogr.*, vol. 78, pp. 33–44, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.10.005>.
- [10] W. Y. Lam, M. Kulak, S. Sim, H. King, M. A. J. Huijbregts, and R. Chaplin-Kramer, "Greenhouse gas footprints of palm oil production in Indonesia over space and time," *Sci. Total Environ.*, vol. 688, pp. 827–837, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.377>.
- [11] J. Noh and J. S. Kim, "Cooperative green supply chain management with greenhouse gas emissions and fuzzy demand," *J. Clean. Prod.*, vol. 208, pp. 1421–1435, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.124>.
- [12] M. Abdel-Baset, V. Chang, and A. Gamal, "Evaluation of the green supply chain management practices: A novel neutrosophic approach," *Comput. Ind.*, vol. 108, pp. 210–220, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.02.013>.
- [13] M. A. Sellitto, F. F. Hermann, A. E. Blezs, and A. P. Barbosa-Póvoa, "Describing and organizing green practices in the context of Green Supply Chain Management: Case studies," *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 145, no. April 2018, pp. 1–10, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.02.013>.
- [14] H. Younis, B. Sundarakani, and B. O'Mahony, "Green Supply Chain Management and Corporate Performance: Developing a Roadmap for Future Research Using a Mixed Method Approach," *IIMB Manag. Rev.*, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.iimb.2019.10.011>.
- [15] T. J. Tumpa, S. M. Ali, M. H. Rahman, S. K. Paul, P. Chowdhury, and S. A. Rehman Khan, "Barriers to green supply chain management: An emerging economy context," *J. Clean. Prod.*, vol. 236, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117617>.
- [16] A. Qorri et al., "Green Supply Chain Management Practices Company Performance : A Meta-analysis Green Supply Chain Management Practices and Company," 2018. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.052>.
- [17] F. Jakfar, N. Nurcholis, and R. Romano, "Pengelolaan Rantai Pasok dan Daya Saing Kelapa Sawit di Aceh," *Agrar. J. Agribus. Rural Dev. Res.*, vol. 1, no. 2, pp. 108–113, 2015. <https://doi.org/10.18196/agr.1214>.
- [18] S. Hidayat, N. Nurhasanah, and R. A. Prasongko, "Formulasi Nilai Tambah pada Rantai Pasok Minyak Sawit," *J. Optimasi Sist. Ind.*, vol. 13, no. 1, p. 576–587, 2014. <https://doi.org/10.25077/josi.v13.n1.p576-587.2014>.
- [19] S. H. Siahhan, "Industrial Cluster Analysis in Perspective of Management Supply Chain Oil Palm in North Sumatera Province," *J. Ekon. Kebijakan. Publik*, vol. 7, no. 2, pp. 201–213, 2016. <https://doi.org/10.22212/jekp.v7i2.578>.
- [20] A. Jayant and M. Azhar, "Analysis of the barriers for implementing green supply chain management (GSCM) Practices : An Interpretive Structural Modeling (ISM) Approach," *Procedia Eng.*, vol. 97, pp. 2157–2166, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.459>.
- [21] V. Sharma, P. Chandna, and A. Bhardwaj, "Green supply chain management related performance indicators in agro industry: A review Vijay," *J. Clean. Prod.*, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.103>.
- [22] M. H. K. Gavare, S. J. Hosseini, and M. Khajezadeh, "A Case Study of Green Supplier Selection Method Using an Integrated ISM-Fuzzy MICMAC Analysis and Multi-Criteria Decision Making," *Ind. Eng. Manag. Syst.*, vol. 16, no. 4, pp. 562–573, 2017. <https://doi.org/10.7232/iems.2017.16.4.562>.
- [23] J. R. Jadhav, S. S. Mantha, and S. B. Rane, "Development

- of framework for sustainable Lean implementation : an ISM approach,” *J Ind Eng Int*, 2014.
<https://doi.org/10.1007/s40092-014-0072-8>.
- [24] U. Awan, A. Kraslawski, and J. Huiskonen, “Understanding influential factors on implementing social sustainability practices in Manufacturing Firms: An interpretive structural modelling (ISM) analysis,” *Procedia Manuf.*, vol. 17, pp. 1039–1048, 2018.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.082>.
- [25] P. Thamsatitdej, P. Samaranayake, and M. Wannakarn, “Eco-design practices towards sustainable supply chain management : interpretive structural modelling (ISM) approach,” *Int. J. Sustain. Eng.*, vol. 7038, no. October, pp. 1–12, 2017.
<https://doi.org/10.1080/19397038.2017.1379571>.
- [26] M. K. Singh, H. Kumar, M. P. Gupta, and J. Madaan, “Competitiveness of Electronics manufacturing industry in India : an ISM – fuzzy MICMAC and AHP approach,” *Meas. Bus. Excell.*, vol. 22, no. 1, pp. 88–116, 2018.
<https://doi.org/10.1108/MBE-12-2016-0063>.
- [27] D. Kumar, R. Agrawal, and V. Sharma, “Enablers for Competitiveness of Indian Manufacturing Sector : An ISM-Fuzzy MICMAC Analysis,” *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 189, pp. 416–432, 2015.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.03.200>.
- [28] W. Wang, X. Liu, Y. Qin, J. Huang, and Y. Liu, “Assessing contributory factors in potential systemic accidents using AcciMap and integrated fuzzy ISM - MICMAC approach,” *Int. J. Ind. Ergon.*, vol. 68, no. July, pp. 311–326, 2018.
<https://doi.org/10.1016/j.ergon.2018.08.011>.
- [29] Indonesia Ministry of Agriculture, “Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 11/Permentan/OT.140/3/2015,” 2015.
- [30] RSPO, Principles and Criteria for the Production of Sustainable Palm Oil. 2013.
- [31] G. Schouten and P. Glasbergen, “Creating legitimacy in global private governance: The case of the Roundtable on Sustainable Palm Oil,” *Ecol. Econ.*, vol. 70, no. 11, pp. 1891–1899, 2011.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.03.012>.
- [32] S. He, D. Zhu, Y. Chen, X. Liu, Y. Chen, and X. Wang, “Application and problems of emergy evaluation : A systemic review based on bibliometric and content analysis methods,” *Ecol. Indic.*, vol. 114, no. March, p. 106304, 2020.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106304>.
- [33] Indonesia Ministry of Agriculture, “Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 11/Permentan/OT.140/3/2015,” 2015.
- [34] D. Mishra, A. Gunasekaran, T. Papadopoulos, and B. Hazen, “Green supply chain performance measures: A review and bibliometric analysis,” *Sustain. Prod. Consum.*, 2017.
<https://doi.org/10.1016/j.spc.2017.01.003>.
- [35] R. Attri, N. Dev, and V. Sharma, “Interpretive Structural Modelling (ISM) approach : An Overview,” *Res. J. Manag. Sci.*, vol. 2, no. 2, pp. 3–8, 2013.
- [36] J. Duperin and M. Godet, “Methode de hierarchisation des elements d’un systeme,” 1973.
- [37] R. Primadasa and A. Sokhibi, “Hambatan Tercapainya Sustainable Supply Chain Management (SSCM) Industri Kelapa Sawit di Indonesia,” *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 4, no. 1, pp. 50–56, 2018.
<https://doi.org/10.33884/jrsi.v4i1.667>.

BIOGRAFI



Rangga Primadasa, S.T., M.T.

Dosen di Program Studi Teknik Industri, Universitas Muria Kudus. Lulus Sarjana dari Program Studi Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Malang 2012, langsung bekerja 2 tahun (2012-2014) menjadi Asisten Proses di Pabrik Pengolahan Kelapa Sawit di

Kotawaringin Timur, Kalteng. Tahun 2015-2017 menyelesaikan Magister Teknik Industri di Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.



Dina Tauhida, S.T., M.Sc.

Pengajar di Program Studi Teknik Industri, Universitas Muria Kudus. Menyelesaikan program S1 di Jurusan Teknik Industri Universitas Diponegoro (2009 – 2013), dan melanjutkan *Master of Science* di Departemen Teknik Industri Universitas Gadjah Mada pada tahun 2014 – 2016. Bekerja di perusahaan Penanaman Modal Asing (Jepang) pada bidang *wiring harness* selama 1 tahun (2017 – 2018).