

## Identifikasi bobot parameter sustainable manufacturing pabrik kelapa sawit menggunakan metode analytical hierarchy process

### *Identify the weight of sustainable manufacturing parameters for palm oil mills using the analytical hierarchy process method*

Yusnawati<sup>1\*</sup>, Muhammad Zeki<sup>2</sup>, Taufan Arif Adlie<sup>3</sup>, Yusri Nadya<sup>4</sup>, Susilawati Ningsih<sup>5</sup>

<sup>1\*,2,4,5</sup> Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Samudra, Indonesia. Kampus UNSAM Meurandeh, Kecamatan Langsa Lama, Kota Langsa, Aceh, Indonesia

<sup>3</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Samudra, Indonesia. Kampus UNSAM Meurandeh, Kecamatan Langsa Lama, Kota Langsa, Aceh, Indonesia

\*Email: [yusnawati@unsam.ac.id](mailto:yusnawati@unsam.ac.id)

#### INFORMASI ARTIKEL ABSTRAK

##### Histori Artikel

- Artikel dikirim  
18/01/2024
- Artikel diperbaiki  
25/02/2024
- Artikel diterima  
09/03/2024

PT. X adalah salah satu pabrik kelapa sawit di kabupaten Aceh Tamiang sebagai penghasil crude palm oil (CPO) dengan kapasitas olah pabrik adalah 30 ton/jam. Bahan baku yang digunakan adalah tandan buah segar. Keberadaan pabrik kelapa sawit selain memberikan dampak positif juga memberikan dampak negatif bagi masyarakat sekitar. CPO yang dihasilkan berperan dalam mendukung kelancaran hilirisasi turunan minyak kelapa sawit dan menambah lapangan pekerjaan. Hasil samping pabrik kelapa sawit ini adalah limbah cair, padat, maupun gas yang dibuang setiap hari ke lingkungan. Hal ini mengakibatkan kualitas lingkungan menurun. Limbah cair selain menimbulkan bau yang tidak sedap juga mencemari lingkungan karena kadar *biochemical oxygen demand* (BOD) yang masih di atas ambang batas yaitu lebih dari 100 mg/L dan kadar *chemical oxygen demand* (COD) lebih dari 350 mg/L. Begitu juga dengan kadar karbon dioksida yang langsung dibuang ke udara. *Sustainable manufacturing* merupakan suatu sistem manufaktur yang mengolah bahan baku menjadi produk jadi dengan meminimalkan dampak lingkungan. Tiga pilar utama yang mempengaruhi sustainable manufacturing yang biasa disebut dengan triple bottom line adalah lingkungan, ekonomi, dan sosial. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi bobot setiap parameter sustainable manufacturing di PT. X. Metode yang digunakan adalah *analytical hierarchy process* (AHP), merupakan metode yang objektif dalam mengukur pembobotan. Dari hasil pembahasan yang telah dilakukan prioritas utama dalam *sustainable manufacturing* adalah parameter lingkungan dengan nilai bobot sebesar 0,62, diikuti parameter ekonomi dengan bobot 0,27 dan yang terakhir adalah sosial dengan bobot 0,10. Dapat disimpulkan bahwa PT. X sudah memiliki wawasan akan pentingnya parameter lingkungan dalam *sustainable manufacturing*.

**Kata Kunci:** *Sustainable manufacturing; triple bottom line; analytical hierarchy process*

#### ABSTRACT

*PT. X is a palm oil factory in Aceh Tamiang district, as a producer of crude palm oil (CPO) with a factory processing capacity of 30 tons/hour. The raw material used is fresh fruit bunches. Apart from having a positive impact, the existence of a palm oil factory also has a negative impact on the surrounding*

*community. The CPO produced plays a role in supporting the smooth downstreaming of palm oil derivatives and also increases employment opportunities. Palm oil secondary product factories are liquid, solid and gas waste that is discharged every day into the environment. so that results in a decline in environmental quality. Liquid waste also causes an unpleasant odor. It also pollutes the environment because biochemical oxygen demand (BOD) levels are still above the threshold, namely more than 100 mg/L and chemical oxygen demand (COD) levels are more than 350 mg/L. Likewise with the levels of carbon dioxide that are directly released into the air. Sustainable manufacturing is a manufacturing system that processes raw materials into finished products while minimizing environmental impact. The three main pillars that influence sustainable manufacturing, which is usually called the triple bottom line, are environmental, economic and social. This research aims to identify the weight of each sustainable manufacturing parameter at PT. X. The method used is analytical hierarchy process (AHP), which is an objective method for measuring weighting. From the results of the discussions that have been carried out, the main priority in sustainable manufacturing is environmental parameters with a weight of 0.62, followed by economic parameters with a weight of 0.27 and finally social parameters with a weight of 0.10. It can be concluded that PT. X already has insight into the importance of environmental parameters in sustainable manufacturing.*

**Keywords:** *sustainable manufacturing; triple bottom line; analytical hierarchy process*

---

## 1. PENDAHULUAN

Di Indonesia, produksi minyak sawit mengalami perkembangan yang signifikan di Provinsi Aceh. Aceh mampu berkembang pesat melalui perkebunan kelapa sawit dalam beberapa tahun terakhir. Salah satu daerah yang menghasilkan kelapa sawit di provinsi Aceh adalah Aceh Tamiang. Data dalam angka provinsi Aceh menampilkan bahwa produksi kelapa sawit Aceh pada tahun 2014 sebanyak 375.826 Ton dan luas areal 214.850 hektar [1].

PT. X adalah pabrik kelapa sawit yang dikelola oleh pihak swasta, dan merupakan salah satu pabrik kelapa sawit swasta skala besar di Kabupaten Aceh Tamiang. Kapasitas olah pabrik adalah 30 ton/jam. Hasil produksi utama PT. X adalah *crude palm oil* (CPO) dan *palm kernel* (PK). Keberadaan PT. X memberikan dampak positif bagi lingkungan, perekonomian, dan sosial Masyarakat, serta mengakibatkan dampak negatif. Dampak positifnya adalah menambah lapangan pekerjaan, dan percepatan hilirisasi produk turunan minyak kelapa sawit. Sementara dampak negatifnya adalah hasil samping belum mendapatkan penanganan dengan baik. Hasil sampingnya adalah limbah cair, padat, dan gas. Limbah cair dibuang ke area sekitar pabrik. limbah cair tersebut masih mengandung asam lemak bebas walaupun sudah melalui *water treatment*. Limbah cair selain menimbulkan bau yang tidak sedap juga mencemari lingkungan karena kadar *biochemical oxygen demand* (BOD) yang masih di atas ambang batas yaitu lebih dari 100 mg/L dan kadar *chemical oxygen demand* (COD) lebih dari 350 mg/L. Begitu juga dengan kadar karbon dioksida yang langsung dibuang ke udara. Limbah padat berupa tandan kosong, cangkang, dan fiber (serabut yang terdapat pada daging buah sawit). Tandan kosong dijual bila ada permintaan, dan apabila tidak ada permintaan tandan kosong menumpuk di area penampungan limbah padat. Cangkang dan fiber digunakan sebagai bahan bakar mesin *boiler*. Limbah gas pembakaran mesin *boiler* menguap ke udara. Gas tersebut masih mengandung kadar karbon yang tinggi. Limbah-limbah tersebut selain mencemari lingkungan juga mengganggu penciuman masyarakat karena bau yang dihasilkan.

*Indonesian sustainable palm oil* (ISPO) adalah suatu standar yang merupakan alternatif dengan menyediakan alat untuk mengevaluasi dan mengelola perkebunan kelapa sawit untuk mengatasi risiko lingkungan dan mengatasi rendahnya keandalan produksi di pasar internasional. Perusahaan kelapa sawit seharusnya telah memahami tersebut karena

seperti diketahui ISPO merupakan sistem pengukuran usaha di bidang perkebunan kelapa sawit yang layak ekonomi, layak sosial dan ramah lingkungan berdasarkan peraturan perundangan yang berlaku di Indonesia [2].

Tingginya permintaan terhadap minyak sawit menuntut para pelaku usaha untuk terus meningkatkan hasil produksinya. Aktivitas *manufacturing* minyak kelapa sawit memiliki dampak terhadap keberlangsungan ekosistem [3]. Kehadiran industri kelapa sawit menjadi ancaman yang cukup serius bagi masyarakat jika kehadirannya tidak diimbangi dengan kontrol ketat dari aparat maupun pihak berwenang. Bencana ekologis yang disebabkan oleh kehadiran perkebunan kelapa sawit tidak dapat dihindari [4]. Berdasarkan penelitian langsung dan survei lapangan, perkebunan kelapa sawit banyak memiliki permasalahan. Mulai dari pencemaran lingkungan, pelanggaran hak asasi manusia (HAM), manipulasi keuangan, konflik antara perusahaan dan warga sekitar hingga perampasan tanah dan penguasaan tanah warga. Pencemaran lingkungan hidup, bumi yang tidak dapat dipulihkan kembali keberadaannya karena sudah keras dan kering. Pencemaran air juga tidak dapat dihindari, sementara itu air adalah sumber utama kehidupan manusia [5]. Manufaktur berkelanjutan adalah sistem produksi yang mengembangkan serta menggunakan teknologi untuk mengubah bahan menjadi produk, mengurangi konsumsi energi, emisi gas rumah kaca, limbah dan penggunaan bahan yang tidak dapat didaur ulang [6]. Penerapan produksi berkelanjutan diawali dengan kegiatan produksi dari awal hingga akhir rantai produksi (*supply chain*) yang terdiri dari *supplier, manufacturer, distributor, retailer, dan customer* [7].

Produksi berkelanjutan adalah suatu proses produksi dimana prioritas utamanya adalah efisiensi penggunaan sumber daya secara berkelanjutan [8]. Manufaktur berkelanjutan didefinisikan sebagai kegiatan produksi yang tidak menimbulkan dampak lingkungan, ekonomi, dan sosial/masyarakat [9]. Paradigma penilaian tujuan utamanya adalah lebih mengarah terciptanya keberlanjutan atas aktivitas produksi saat ini, serta merancang strategi untuk meningkatkan keberlanjutan di masa yang akan datang [8].

Elkington menawarkan kerangka penilaian *sustainable* dengan sebutan "*Triple Bottom Line*" atau TBL. TBL merupakan kerangka pengukuran keberhasilan suatu organisasi dengan mempertimbangkan tiga aspek, yaitu finansial, sosial, dan lingkungan. Dalam artikel mereka tahun 2011, Rogers dan Hudson menyebut kerangka kerja ini sebagai kerangka praktis untuk pembangunan berkelanjutan. Sisi ekonomi dari kerangka kerja TBL mengacu pada dampak yang disebabkan aktivitas perusahaan terhadap sistem perekonomian [10]. Hal ini mengacu pada kemampuan perekonomian untuk bertahan dan berkembang sebagai faktor keberlanjutan di masa depan. Aspek tersebut mampu untuk meningkatkan daya saing dan mendukung kesuksesan. Sisi sosial dari kerangka TBL mengacu pada dampak perusahaan yang menguntungkan dan adil terhadap tenaga kerja, personel, dan masyarakat. Tujuannya adalah untuk menghasilkan nilai bagi masyarakat, seperti upah yang adil, asuransi kesehatan dan kewajiban sosial lainnya, dan aspek lingkungan dari kerangka TBL mengacu pada dampak perusahaan yang tidak merugikan sumber daya lingkungan. Hal ini mengacu pada efisiensi penggunaan sumber energi, pengurangan emisi dan minimalisasi jejak ekologis [11].

Tujuan dari perspektif lingkungan adalah untuk melindungi lingkungan dan meningkatkan kesejahteraan sosial serta menciptakan nilai tambah bagi masyarakat [12].

Proses hierarki analitik adalah metode pendukung keputusan kriteria banyak. Model tersebut menguraikan masalah multi-kriteria yang kompleks ke dalam suatu hierarki. Hierarki diartikan sebagai representasi masalah yang beraneka segi dalam struktur bertingkat, dimana tingkat pertama adalah tujuan, diikuti oleh tingkat faktor, kriteria, sub kriteria dan seterusnya hingga tingkat terakhir dari alternatif [13].

*Analytical Hierarchy Process* (AHP) digunakan sebagai metode pemecahan masalah yang baik dibanding dengan metode yang lain. Hal tersebut dapat dilihat dari struktur hirarkinya. Pemilihan dilakukan sampai pada sub kriteria yang paling dalam, selain itu AHP memperhitungkan tingkat konsistensi responden dalam menjawab pertanyaan, dan memperhitungkan daya tahan *output*

analisis sensitivitas pengambilan keputusan [14]. AHP merupakan salah satu metode sistem pendukung keputusan yang objektif diantara metode yang lain [15]

Penelitian tentang mengukur indikator untuk asesmen keberlanjutan pada proses manufaktur telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu. Metode yang digunakan salah satunya adalah pengambilan Keputusan kriteria banyak. Dari hasil penelitian tersebut diperoleh bahwa Hasil studi menunjukkan pelepasan gas rumah kaca/berbahaya, berkontribusi terhadap masyarakat. Indikator yang paling penting dalam sustainable manufacturing adalah lingkungan, sosial dan aspek keberlanjutan ekonomi [16].

Penelitian yang mengidentifikasi indikator kinerja sustainable manufaktur pada rantai produksi dengan menggunakan metode Simulink, menyimpulkan bahwa analisis struktur energi lini produksi terdiri dari dua bagian yaitu komponen statis (energi yang digunakan selama produksi komponen) dan komponen dinamis (energi yang terbuang akibat peristiwa *downtime*). Perusahaan seharusnya menganalisis lebih lanjut struktur energi untuk mengidentifikasi energi dan limbah dengan benar [17].

## 2. METODE

Jenis penelitian adalah penelitian deskriptif, karena mendeskripsikan variabel-variabel yang mempengaruhi *sustainable manufacturing*. *Sustainable manufacturing* merupakan variabel dependen. Sedangkan variabel independennya adalah lingkungan, ekonomi, dan sosial. Metode pengolahan data yang digunakan adalah metode kuantitatif. Kemudian untuk kelancaran jalannya penelitian ini, maka tahapan penelitian ini diuraikan sebagai berikut: a) Menetapkan parameter yang mempengaruhi sustainable manufaktur. Parameter dalam penelitian ini adalah lingkungan, ekonomi, dan sosial. B) Menyusun struktur *hierarchy* dalam penelitian. c) Menyusun matrik perbandingan berpasangan (*Pairwise comparisons matrix*). Matriks ini diperoleh dengan cara menyebarkan kuesioner AHP ke PT. X. d) Menghitung bobot setiap kriteria maupun sub kriteria serta menghitung konsistensi responden. Langkah-langkah menghitung bobot parameter *sustainable manufacturing* adalah sebagai berikut [18]:

- Menghitung matriks normalisasi setiap kriteria. Rumus yang digunakan adalah:

$$\sum a_{ij} = 1 \quad (1)$$

Keterangan:  $a_{ij}$  adalah elemen matriks A

- Menghitung bobot. Hitung nilai rata-rata setiap baris  $i$  dalam matriks (*vector eigen*):

$$w_i = \frac{1}{n} \sum a_{ij} \quad (2)$$

Keterangan:  $w_i$  adalah bobot ke  $i$  dari vektor bobot

e) Pengujian konsistensi matriks perbandingan dengan cara perbandingan berpasangan matriks A dan W adalah vektor bobot, maka uji konsistensi dari A menggunakan formula berikut:

- Hitung nilai  $t$

$$t = \frac{1}{n} \sum_1^n \left( \frac{\text{elemen ke } i \text{ pada } (A)(W^T)}{\text{elemen ke } i \text{ pada } W^T} \right) \quad (3)$$

- Hitung indeks konsistensi

$$CI = \frac{t - n}{n - 1} \quad (4)$$

- Periksa rasio konsistensi (CR)

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (5)$$

Jika  $CR < 0,1$  maka A konsisten

Nilai RI = nilai indeks random, diperoleh dengan memperhatikan [Tabel 1](#)

**Tabel 1.** Nilai indeks random

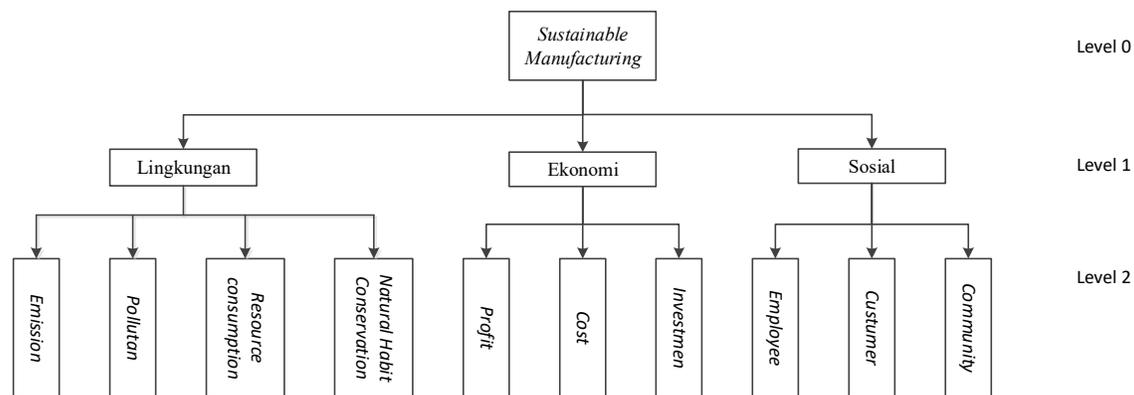
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan berisikan pengolahan data tentang identifikasi bobot setiap parameter dan sub parameter yang mempengaruhi *sustainable manufacturing* serta tingkat konsistensi responden dalam menjawab pertanyaan yang diberikan. Kemudian melakukan pembahasan terhadap hasil yang diperoleh setiap bobot parameter dan sub parameter. Hasil dan pembahasan diawali dengan menghitung bobot pada level 1 yang selanjutnya diikuti dengan menghitung bobot pada level 2. Hasil dan pembahasan penelitian ini diuraikan sebagai berikut.

Struktur *Hierarchy*

[Gambar 1](#) menampilkan struktur *hierarchy* penelitian untuk menghitung bobot *sustainable manufacturing*. *Sustainable manufacturing* dipengaruhi oleh beberapa parameter, yaitu lingkungan, ekonomi dan sosial. Lingkungan dipengaruhi oleh parameter *emission*, *pollution*, *resource consumption*, dan *natural habitats conservation*. Ekonomi dipengaruhi oleh parameter *profit*, *cost*, dan *investment*. Sosial dipengaruhi oleh parameter *employee*, *customer*, dan *community*.



**Gambar 1.** Struktur hierarchy penelitian

Matriks perbandingan berpasangan (MPB)

MPB setiap responden ditampilkan pada [Tabel 2](#). Pada matriks tersebut membandingkan parameter pada level 1, yaitu lingkungan, ekonomi, dan sosial.

**Tabel 2.** MPB responden level 1

Parameter	Lingkungan	Ekonomi	Sosial
Lingkungan	1,000	3,630	4,300
Ekonomi	0,276	1,000	4,076
Sosial	0,233	0,245	1,000
Total	1,508	4,875	9,376

Berdasarkan [Tabel 2](#) diperoleh bahwa para responden memiliki pandangan bahwa aspek lingkungan memiliki tingkat kepentingan yang tinggi dibandingkan dengan ekonomi dan sosial, dengan derajat kepentingan sosial lebih penting dari ekonomi. Kemudian responden juga memiliki pandangan bahwa ekonomi lebih penting dibandingkan dengan sosial. Responden berpendapat bahwa sosial memiliki tingkat kepentingan yang rendah dibandingkan lingkungan

dan ekonomi dengan nilai 0,233 dan 0,245. MPB level 2 lingkungan ditampilkan pada [Tabel 3](#) s.d. [Tabel 4](#).

**Tabel 3.** MPB responden level 2 parameter lingkungan

Parameter	Emisi	Polutan	<i>Resource consumption</i>	<i>Natural habitats conservation</i>
Emisi	1,000	0,308	3,064	0,153
Polutan	3,245	1,000	4,183	2,569
<i>Resource consumption</i>	0,326	0,229	1,000	0,157
<i>Natural habitats conservation</i>	6,518	0,389	6,382	1,000

[Tabel 3](#) menunjukkan bahwa responden berpendapat bahwa emisi memiliki tingkat kepentingan sedikit lebih penting dari *resource consumption*. Polutan lebih penting dibandingkan dengan emisi, *resource consumption*, dan *natural habitats conservation*. Kemudian *natural habitats conservation* cukup penting dari emisi dan *resource consumption*. Derajat tingkat kepentingan yang paling tinggi adalah 6,518, hal ini sangat menarik karena responden berpendapat bahwa *natural habitats conservation* sangat penting diperhatikan dibandingkan dengan emisi.

**Tabel 4.** MPB berpasangan responden level 2 parameter ekonomi

Parameter	<i>Profit</i>	<i>Cost</i>	<i>Investment</i>
<i>Profit</i>	1,000	3,594	4,360
<i>Cost</i>	0,278	1,000	1,656
<i>Investment</i>	0,229	0,604	1,000

[Tabel 4](#) menunjukkan bahwa *profit* memiliki tingkat kepentingan sedikit lebih penting dibandingkan dengan *cost* dan *investment*, dengan derajat kepentingan *investment* lebih penting dari *cost*. Responden juga berpendapat bahwa *cost* sedikit lebih penting dibandingkan dengan *investment*. *Investment* memiliki derajat kepentingan yang paling rendah yaitu 0,229 dibandingkan dengan profit dan 0,604 dibandingkan dengan *cost*.

**Tabel 5.** MPB responden level 2 parameter sosial

Parameter	<i>Employee</i>	<i>Customer</i>	<i>Community</i>
<i>Employee</i>	1,000	0,094	8,963
<i>Customer</i>	10,627	1,000	3,634
<i>Community</i>	0,112	0,275	1,000

[Tabel 5](#) menunjukkan bahwa responden berpendapat bahwa *employee* memiliki derajat kepentingan yang tinggi dibandingkan dengan *community*. Responden juga berpendapat bahwa *customer* memiliki tingkat kepentingan yang tinggi dibandingkan dengan *employee* dan *community*. Sedangkan *community* memiliki tingkat kepentingan yang rendah dari semua parameter.

Menghitung bobot kriteria

Tahapan yang dilakukan sebelum menghitung bobot kriteria adalah menghitung matriks normalisasi, dengan cara menjumlahkan nilai yang ada di setiap kolom, kemudian membagikan nilai setiap sel dengan jumlah masing-masing kolom. Sesuai dengan formula 1. Matriks normalisasi setiap kolom memiliki nilai sama dengan 1 yang ditampilkan pada [Tabel 6](#).

**Tabel 6.** Matriks normalisasi responden level 1

Parameter	Lingkungan	Ekonomi	Sosial
Lingkungan	0,663	0,745	0,459
Ekonomi	0,183	0,205	0,435
Sosial	0,154	0,050	0,107

Total	1,000	1,000	1,000
-------	-------	-------	-------

Dari [Tabel 6](#) menunjukkan bahwa nilai normalisasi pada kolom lingkungan diperoleh 0,663, 0,183, dan 0,154. hal ini menunjukkan bahwa lingkungan memiliki prioritas yang perlu dipertimbangkan dibandingkan dengan ekonomi dan sosial. Pada kolom ekonomi nilai normalisasinya adalah 0,745, 0,205, dan 0,050. hal ini menunjukkan bahwa lingkungan memiliki prioritas lebih tinggi dibandingkan dengan ekonomi dan sosial. Pada kolom sosial nilai normalisasinya adalah 0,459, 0,435, dan 0,107. hal ini menunjukkan bahwa lingkungan memiliki prioritas lebih tinggi dibandingkan ekonomi dan sosial. Matriks normalisasi level 2 parameter lingkungan ditampilkan pada [Tabel 7](#).

[Tabel 7](#). Matriks normalisasi responden level 2 parameter lingkungan

Parameter	<i>Resource consumption</i>			<i>Natural habitats conservation</i>
	Emisi	Polutan		
Emisi	0,090	0,160	0,209	0,040
Polutan	0,293	0,519	0,286	0,662
<i>Resource consumption</i>	0,029	0,119	0,068	0,040
<i>Natural habitats conservation</i>	0,588	0,202	0,436	0,258
Jumlah kolom	1	1	1	1

Dari [Tabel 7](#) menunjukkan bahwa pada kolom emisi, yang menjadi prioritas perlu diperhatikan adalah *natural habitats conservation* dengan nilai normalisasi adalah 0,588. Pada kolom polutan parameter yang menjadi prioritas yang perlu diperhatikan adalah polutan dengan nilai 0,519. Pada kolom *resource consumption* yang menjadi prioritas yang perlu diperhatikan adalah *natural habitats conservation* dengan nilai normalisasi adalah 0,436. Pada kolom *natural habitats conservation* yang menjadi prioritas yang perlu diperhatikan adalah polutan dengan nilai 0,662. Matriks normalisasi level 2 parameter ekonomi ditampilkan pada [Tabel 8](#).

[Tabel 8](#). Matriks normalisasi responden level 2 parameter ekonomi

Parameter	<i>Profit</i>	<i>Cost</i>	<i>Investment</i>
<i>Profit</i>	0,663	0,691	0,621
<i>Cost</i>	0,185	0,192	0,236
<i>Investment</i>	0,152	0,116	0,143
Total	1,000	1,000	1,000

[Tabel 8](#) menunjukkan bahwa pada kolom *profit* parameter yang menjadi prioritas perlu diperhatikan adalah *profit* dengan nilai 0,663. Pada kolom *cost* parameter yang menjadi prioritas perlu diperhatikan juga *profit*, begitu juga pada kolom *investment*. Matriks normalisasi level 2 parameter sosial ditampilkan pada [Tabel 9](#).

[Tabel 9](#). Matriks normalisasi responden level 2 parameter sosial

Parameter	<i>Employee</i>	<i>Customer</i>	<i>Community</i>
<i>Employee</i>	0,085	0,069	0,659
<i>Customer</i>	0,905	0,730	0,267
<i>Community</i>	0,010	0,201	0,074
Total	1,000	1,000	1,000

[Tabel 9](#) menunjukkan bahwa pada kolom *employee* yang menjadi prioritas perhatian utama adalah *customer* dengan nilai 0,905, begitu juga pada kolom *customer*. Pada kolom *community* yang menjadi prioritas perhatian utama adalah *employee* dengan nilai normalisasi 0,659.

Selanjutnya Bobot parameter dihitung dengan cara menjumlahkan nilai yang ada di setiap baris dari matriks normalisasi, kemudian membagikan nilai setiap sel dengan jumlah masing-masing baris. Sesuai dengan *formula 2*. Bobot parameter level 1 ditampilkan pada [Tabel 10](#).

**Tabel 10.** Bobot parameter level 1

Parameter	Lingkungan	Ekonomi	Sosial	Jumlah Baris	Rata-rata baris
Lingkungan	0,663	0,745	0,459	1,866	0,622
Ekonomi	0,183	0,205	0,435	0,823	0,274
Sosial	0,154	0,050	0,107	0,311	0,104
Total	1,000	1,000	1,000	3,000	1,000

Dari [Tabel 10](#) menunjukkan bahwa pada level 1 lingkungan memiliki prioritas yang perlu diperhatikan dengan nilai bobot sebesar 0,622 diikuti dengan ekonomi dengan nilai 0,274 dan sosial dengan nilai 0,104. Apabila dilihat dari konsep triple bottom line maka hasil yang diperoleh masih jauh dari keseimbangan, karena tidak terjadi keseimbangan antara lingkungan, ekonomi, dan sosial. Bobot parameter level 2 parameter lingkungan ditampilkan pada [Tabel 11](#).

**Tabel 11.** Bobot parameter level 2 parameter lingkungan

Parameter	Emisi	Polutan	Resource consumption	Natural habitats conservation	Jumlah baris	Rata-rata baris
Emisi	0,090	0,160	0,209	0,040	0,499	0,125
Polutan	0,293	0,519	0,286	0,662	1,760	0,440
Resource consumption	0,029	0,119	0,068	0,040	0,257	0,064
Natural habitats conservation	0,588	0,202	0,436	0,258	1,484	0,371
Jumlah kolom	1	1	1	1	4	1

[Tabel 11](#) menunjukkan bahwa urutan prioritas yang perlu diperhatikan adalah polutan, *natural habitats conservation*, *emission*, dan *resource consumption*. Polutan memiliki nilai bobot yang tertinggi yaitu 0,440 dan *resource consumption* memiliki nilai bobot terendah adalah 0,064. Keempat parameter tersebut sangat penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan. Nilai bobot yang baik adalah tidak memiliki nilai gap yang sangat jauh antar parameter agar terjadi keseimbangan pada parameter lingkungan. Bobot parameter level 2 parameter ekonomi ditampilkan pada [Tabel 12](#).

**Tabel 12.** Bobot parameter level 2 parameter ekonomi

Parameter	Profit	Cost	Investment	Jumlah Baris	Rata-rata baris
Profit	0,663	0,691	0,621	1,976	0,659
Cost	0,185	0,192	0,236	0,613	0,204
Investment	0,152	0,116	0,143	0,411	0,137
Total	1,000	1,000	1,000	3,000	1,000

Dari [Tabel 12](#) dapat dilihat bahwa urutan prioritas yang diperhatikan pada parameter ekonomi adalah *profit* diikuti dengan *cost* dan *investment*. Nilai bobot *profit* adalah 0,659, *cost* bernilai 0,204, dan *investment* 0,137. Responden lebih mementingkan *profit* dibandingkan dengan *cost* dan *investment*. Bobot parameter level 2 parameter sosial ditampilkan pada [Tabel 13](#).

**Tabel 13.** Bobot parameter level 2 parameter sosial

Parameter	Employee	Customer	Community	Jumlah Baris	Rata-rata baris
Employee	0,085	0,069	0,659	0,813	0,271
Customer	0,905	0,730	0,267	1,903	0,634

<i>Community</i>	0,010	0,201	0,074	0,284	0,095
Total	1,000	1,000	1,000	3,000	1,000

Dari **Tabel 13** dapat dilihat bahwa urutan prioritas utama yang diperhatikan adalah *customer*, diikuti dengan *employee* dan *community* dengan nilai bobot 0,634. Hal ini menunjukkan bahwa responden sangat memperhatikan *customer* dibandingkan *community*, karena nilai bobot *community* adalah 0,095. Bobot parsial dan bobot total setiap parameter ditunjukkan pada **Tabel 14**.

**Tabel 14.** Bobot parsial dan bobot total setiap parameter

Parameter level 1	Bobot parsial level 1	Parameter level 2	Bobot Parsial level 2	Bobot Total
Lingkungan	0,62	Emisi	0,125	0,078
		Polutan	0,440	0,274
		<i>Resource consumption</i>	0,064	0,040
		<i>Natural habitats conservation</i>	0,371	0,231
Ekonomi	0,27	<i>Profit</i>	0,659	0,181
		<i>Cost</i>	0,204	0,056
		<i>Investment</i>	0,137	0,038
Sosial	0,10	<i>Employee</i>	0,271	0,028
		<i>Customer</i>	0,634	0,066
		<i>Community</i>	0,095	0,010
Total				1,000

**Tabel 14** dapat dilihat bahwa pada level 1 PT. X memprioritaskan aspek lingkungan dibandingkan ekonomi dan sosial. Hal ini sangat didukung dengan isu lingkungan yang harus dijaga, dan menjadi perhatian semua para pelaku usaha. *Sustainable* manufaktur setiap perusahaan dimulai dari pandangan setiap personal. Sehingga sejalan dengan beroperasinya perusahaan tidak berdampak terhadap lingkungan maupun aspek sosial, serta tidak mengesampingkan aspek ekonomi yang akan dicapai. Di PT. X aspek ekonomi lebih diperhatikan dibandingkan dengan aspek lingkungan, hal ini ditunjukkan karena nilai bobot parsial ekonomi lebih tinggi dibandingkan dengan aspek sosial. Idealnya setiap pelaku usaha seharusnya lebih mementingkan aspek sosial dibandingkan dengan ekonomi.

Bobot parsial level 2 pada parameter lingkungan aspek yang harus diperhatikan dalam sustainable manufacturing adalah polutan, diikuti *Natural habitats conservation*, Emisi, dan *Resource consumption*. Pada aspek ekonomi parameter yang menjadi prioritas adalah profit diikuti dengan cost dan investment. Pada aspek sosial parameter yang menjadi prioritas adalah *Customer* diikuti oleh *employee* dan *community*. Secara keseluruhan tiga parameter yang menjadi prioritas yang perlu diperhatikan dalam sustainable manufaktur adalah polutan, kemudian *natural habitats conservation*, dan *profit*.

Menghitung konsistensi responden

Konsistensi responden diawali dengan menghitung nilai t menggunakan *formula 3*. Perhitungan nilai t untuk level 1 adalah sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} 1,000 & 3,630 & 4,300 \\ 0,276 & 1,000 & 4,076 \\ 0,233 & 0,245 & 1,000 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,622 \\ 0,274 \\ 0,104 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2,0633 \\ 0,8684 \\ 0,3157 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0,622 \\ 0,274 \\ 0,104 \end{bmatrix} / \begin{bmatrix} 2,0633 \\ 0,8684 \\ 0,3157 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3,3168 \\ 3,1672 \\ 3,0432 \end{bmatrix}$$

$$t = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 3,3168 \\ 3,1672 \\ 3,0432 \end{bmatrix} = 3,716$$

Menghitung nilai indeks konsistensi

$$CI = \frac{3,716 - 3}{3 - 1} = 0,088$$

Menghitung rasio konsistensi

$$CR = \frac{0,088}{0,58} = 0,0098$$

Karena nilai CR < 0,1 maka jawaban responden konsisten terhadap kuesioner AHP. Dengan cara yang sama rekapitulasi uji konsistensi responden level 2 dapat dilihat pada [Tabel 15](#).

**Tabel 15.** nilai CR level 2

Parameter	t	Consistency Index (CI)	Random Index (RI)	Consistency Ratio (CR)
Lingkungan	4,420	0,140	0,900	0,016
Ekonomi	3,011	0,005	0,580	0,001
Sosial	4,532	0,766	0,580	0,085

[Tabel 15](#) menunjukkan bahwa nilai CR parameter lingkungan adalah 0,016, parameter ekonomi adalah 0,001 dan parameter sosial adalah 0,085. Ketiga nilai parameter tersebut memiliki nilai lebih dari 0,1, sehingga dapat disimpulkan bahwa responden konsisten dalam menjawab pertanyaan. Oleh sebab itu nilai yang diperoleh dari kuesioner dianggap valid dan bisa digunakan untuk analisis.

Besarnya bobot yang ditunjukkan pada [Tabel 15](#) menunjukkan pandangan responden terhadap pentingnya parameter yang digunakan untuk mengidentifikasi parameter sustainable manufaktur. Perbedaan nilai bobot masing-masing parameter menunjukkan Tingkat kepentingan yang perlu diperhatikan. Urutan prioritas yang perlu diperhatikan adalah polutan (0,274), *Natural habitats conservation* (0,231), *profit* (0,181), emisi (0,078), *customer* (0,066), *cost* (0,056), *Resource consumption* (0,40), *investment* (0,038), *employee* (0,028), dan *community* (0,010).

#### 4. SIMPULAN

*Sustainable manufacturing* merupakan suatu sistem manufaktur yang menggunakan teknologi untuk mengubah material menjadi produk dengan mengurangi konsumsi energi, emisi gas, dan efek rumah kaca, mengurangi pembuangan, dan mengurangi penggunaan material yang tidak dapat di daur ulang. Kerangka kerja untuk penilaian keberlanjutan dengan istilah "*Triple Bottom Line*" dengan aspek yang diukur adalah lingkungan, ekonomi, dan sosial. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi parameter yang menjadi prioritas PT. X dalam *sustainable manufacturing*. Persepsi setiap pihak yang terlibat harus paham terhadap dampak yang diakibatkan karena proses *manufacturing*. Dari hasil pembahasan yang telah dilakukan prioritas utama dalam *sustainable manufacturing* adalah parameter lingkungan dengan nilai bobot sebesar 0,62, diikuti parameter ekonomi dengan bobot 0,27 dan yang terakhir adalah sosial dengan bobot 0,10. Perhatian terhadap pentingnya isu lingkungan menjadi poin penting dalam *sustainable manufacturing* dan ini disepakati oleh personil di PT. X. Tetapi disisi lain PT. X masih lebih mengutamakan ekonomi dibandingkan dengan sosial. Hal ini perlu diluruskan dengan memberikan masukan kepada PT. X agar lebih memperhatikan parameter sosial, karena parameter ekonomi khususnya profit akan berbanding lurus apabila perusahaan memperhatikan parameter

lingkungan dan sosial. Penelitian selanjutnya memetakan bobot parameter pabrik kelapa sawit di berbagai daerah, untuk melihat seberapa jauh pelaku usaha memahami pentingnya *sustainable manufacturing* dalam melaksanakan aktivitas manufakturnya.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada pihak Universitas Samudra yang telah mendanai penelitian ini dalam tahun anggaran 2023.

#### REFERENSI

- [1] B. P. Statistik, "Provinsi Aceh dalam angka," Aceh, 2022.
- [2] M. Yola and N. Nofirza, "Perfomansi Keberlanjutan Manufaktur Pabrik Kelapa Sawit di Riau," *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, vol. 5, no. 2, pp. 100–107, 2019.
- [3] Q. M. AMarullah, S. M. Aisyah, and M. Y. Yusa, "Implementasi Kerjasama Indonesia-UNDP dalam Sustainable Palm Oil Initiative Sebagai Upaya Mencapai Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia." Sriwijaya University, 2022.
- [4] S. Sugeng and A. R. Adi Nur Rohman, "Kedaulatan Pangan dalam Perspektif Hukum dan Keamanan Manusia Food Sovereignty in Law and Human Security Perspective." Bintang Pustaka, 2021.
- [5] M. Risal, "Multinational Corporations (MNC) Perkebunan Kelapa Sawit Di Kalimantan Timur: Dampak Aspek Lingkungan, Sosial Budaya, dan Ekonomi," *Jurnal Hubungan Internasional Interdependence*, vol. 3, no. 1, 2018.
- [6] C. B. Joung, J. Carrell, P. Sarkar, and S. C. Feng, "Categorization of indicators for sustainable manufacturing," *Ecol Indic*, vol. 24, pp. 148–157, 2013.
- [7] W. Y. Windi and M. Zeki, "Analisis perbaikan harga jual menggunakan metode activity based costing (Studi kasus: UKM Kopi Bubuk Gunpas)," *JENIUS: Jurnal Terapan Teknik Industri*, vol. 5, no. 1, pp. 90–105, 2024.
- [8] R. T. Fauzi, P. Lavoie, L. Sorelli, M. D. Heidari, and B. Amor, "Exploring the current challenges and opportunities of life cycle sustainability assessment," *Sustainability*, vol. 11, no. 3, p. 636, 2019.
- [9] S. Faoziah, "Pembangunan Kawasan Industri Migas Berkonsep Sustainability." Pusaka Media, 2023.
- [10] J. Elkington and I. H. Rowlands, "Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business," *Alternatives Journal*, vol. 25, no. 4, p. 42, 1999.
- [11] R. Michael, S. T. Raharjo, and R. Resnawaty, "Program CSR Yayasan Unilever Indonesia Berdasarkan Teori Triple Bottom Line," *Focus: Jurnal Pekerjaan Sosial*, vol. 2, no. 1, pp. 23–31, 2019.
- [12] Y. Yusnawati, M. Z. Zeki, Y. Nadya, N. Handayani, W. Sabardi, and D. Dewiyana, "Rancangan Model Value Chain untuk Meningkatkan Nilai Tambah Pada Umkm Kerupuk Mangrove di Kota Langsa," *Jurnal ARTI (Aplikasi Rancangan Teknik Industri)*, vol. 17, no. 1, pp. 33–41, 2022.
- [13] T. L. Saaty, "The analytic hierarchy and analytic network processes for the measurement of intangible criteria and for decision-making," *Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys*, pp. 363–419, 2016.
- [14] T. L. Saaty, "Decision making with the analytic hierarchy process," *International journal of services sciences*, vol. 1, no. 1, pp. 83–98, 2008.
- [15] J. Nainggolan, J. A. P. Sirait, M. F. Ikromi, P. A. Lubis, and D. Y. Niska, "Decision support system for selection of the best teacher at SD Muhammadiyah 18 Medan using the analytical hierarchy process method," *TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika*, vol. 11, no. 1, pp. 13–20, 2024.
- [16] V. Swarnakar *et al.*, "Prioritizing indicators for sustainability assessment in manufacturing process: an integrated approach," *Sustainability*, vol. 14, no. 6, p. 3264, 2022.

- [17] M. P. Brundage, Q. Chang, Y. Li, J. Arinez, and G. Xiao, "Sustainable manufacturing performance indicators for a serial production line," *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, vol. 13, no. 2, pp. 676–687, 2014.
- [18] N. Handayani and Y. Nadya, "Choosing alternative managements of solid waste from tofu producing small and medium enterprises in East Aceh district by analytical hierarchy process (AHP)," in *2019 1st International conference on engineering and management in industrial system (ICOEMIS 2019)*, Atlantis Press, 2019, pp. 336–343.