

# KAJIAN PERMASALAHAN LINGKUNGAN DAN USULAN PENGAPLIKASIAN *CLEANER PRODUCTION* DI INDUSTRI KERTAS

**Nisa Isrofi**

Program Studi Teknik Logistik, Institut Teknologi Telkom Surabaya  
Jl. Ketintang no 156 Surabaya 60231  
[nisa.isrofi@ittelkom-sby.ac.id](mailto:nisa.isrofi@ittelkom-sby.ac.id)

## ABSTRAK

PT. ABC merupakan perusahaan yang bergerak dalam pembuatan *pulp* dan kertas. Industri *pulp* dan kertas membutuhkan banyak konsumsi air tawar. Salah satu hal yang menjadi perhatian adalah pembuangan limbah kimia beracun yang berakibat dalam masalah lingkungan dan kesehatan jangka panjang. Kerugian nyata dari permasalahan tersebut dapat dilihat dari sektor lingkungan, sosial, dan ekonomi. Salah satu alternatif untuk mengatasi dampak lingkungan adalah konsep *cleaner production* (CP). CP tidak hanya melindungi lingkungan dan kesehatan manusia, tetapi juga meningkatkan efisiensi ekonomi, daya saing dan profitabilitas perusahaan. Strategi ini dapat membawa keuntungan finansial dan ekonomi yang signifikan serta manfaat lingkungan di tingkat lokal dan global. Dalam paper berikut dibahas mengenai kondisi eksisting perusahaan kertas PT. ABC dengan *environmental challenge analysis*. Berdasarkan analisis tersebut akan dilakukan analisis *fishbone diagram* dan *5WIH* untuk melihat dampak dan akibat yang ditimbulkan dan kemudian usulan perbaikan yang mengarah pada CP, dimana nantinya dianalisis *benefit* antara kondisi *eksisting* dan usulan perbaikan yang diberikan yang berdasarkan 3P yaitu *Pollution*, *People*, dan *Profit*. Analisis *environmental challenge scan* menunjukkan bahwa perusahaan ABC termasuk *green growth company*. Meskipun perusahaan sudah menerapkan beberapa contoh CP, tetapi masih belum ada keberlanjutan termasuk komitmen dalam keseluruhan individu di dalamnya. Penerapan CP yang mengacu pada *green manufacturing* tidak akan berdampak jika tidak diimbangi dengan keberlanjutan penerapannya. Beberapa usulan penerapan CP juga dilakukan analisis untuk *benefit* dan juga *triple bottom line*. Analisis *triple bottom line* berupa keuntungan lingkungan dari proses usulan yang diberikan untuk aspek *pollution*, *profit* dan *people*.

**Kata Kunci:** *Cleaner Production, Sustainable, Environmental Challenge Analysis.*

## ABSTRACT

ABC is a company engaged in the manufacture of pulp and paper. This industry requires a lot of freshwater consumption. One of the issues is the disposal of toxic chemical waste, which has long-term environmental and health consequences. The environmental, social, and economic sectors have all faced a substantial loss as a result of these issues. The concept of cleaner production (CP) is one option for reducing environmental problems. CP not only protects the environment and human health but also improves the economic efficiency, competitiveness, and profitability of enterprises. This strategy can bring significant financial and economic gains as well as environmental benefits at local and global levels. The following paper discusses the existing condition of PT. ABC with an environmental challenge analysis. Based on this analysis, a fishbone diagram and 5WIH analysis will be carried out to see the impacts and consequences and then proposed improvements that lead to cleaner production, which will later analyze the benefits between the existing conditions and the proposed improvements based on the 3Ps (Pollution, People, and Profit). Environmental challenge scan analysis shows that ABC company is a green growth company. Even though the company has implemented several examples of CP, there is still no sustainability including the commitment of all individuals in it. The application of CP which refers to green manufacturing will have no impact if it is not balanced with the sustainability of its application. Several proposals for the implementation of CP were also analyzed for benefits and also the triple bottom line. Triple bottom line analysis in the form of environmental benefits from the proposed process for aspects of 3Ps.

**Keywords:** *cleaner production, sustainable, environmental challenge analysis.*

## I. PENDAHULUAN

Polusi industri menjadi ancaman yang cukup serius bagi sumber-sumber air di seluruh dunia terutama di negara yang berkembang seperti Indonesia. Hal yang menjadi perhatian adalah pembuangan limbah kimia beracun berbahaya yang masif dan tertutup kedalam sungai-sungai yang ada. Banyak industri yang mengabaikan pembuangan bahan kimia beracun berbahaya (B3) yang bersifat persisten dan bioakumulatif ke dalam sungai dan berakibat pada masalah lingkungan dan kesehatan jangka panjang. Perusahaan seringkali mengabaikan hal tersebut dalam prakteknya, padahal hal tersebut penting untuk keberlanjutan perusahaan. *Sustainable manufacturing* mengacu pada sistem atau proses manufaktur yang memenuhi tiga faktor penting ini yaitu mengatasi dampak terhadap lingkungan, ekonomi, dan masyarakat (Sen & Sen, 2019). Dalam dua dekade terakhir, telah terjadi pengembangan berkelanjutan kerangka pelaporan keberlanjutan perusahaan untuk meningkatkan kesadaran akan isu-isu terkait keberlanjutan. Bagi perusahaan, menggunakan panduan ini merupakan tantangan untuk mendapatkan manfaat tertinggi dalam memenuhi target keberlanjutan perusahaan dan memberikan pelaporan yang berharga tentang hal ini kepada para pemangku kepentingannya (Küçükgül et al., 2022).

Terdapat beberapa masalah lingkungan yang disebabkan oleh pertumbuhan ekonomi dan urbanisasi, seperti degradasi tanah, kelangkaan air, deforestasi, dan kepunahan keanekaragaman hayati. Untuk mengatasi masalah lingkungan ini, CP telah disajikan sebagai akun untuk mengurangi timbulan limbah, penggunaan energi dan pencemaran lingkungan. Konsep CP diterima dan diterapkan di banyak sektor industri (Chia & Hadibarata, 2021). Dalam konsep *Green Engineering*, produksi bersih terdiri dari proses produksi, produk dan jasa. Untuk proses produksi, bahan baku dan energi harus dilakukan pengurangan bahan baku beracun, kuantitas dan toksisitas limbah dan produk (Chia & Hadibarata, 2021). Salah satu metode yang bisa digunakan adalah *cleaner production*. *Cleaner production* (produksi bersih) merupakan cara preventif untuk mengurangi dampak buruk produk dan produksi terhadap lingkungan (Satish & Nagesha, 2018). *Cleaner production* tidak hanya melindungi lingkungan dan kesehatan manusia, tetapi juga meningkatkan efisiensi ekonomi, daya saing dan profitabilitas perusahaan. Ini dapat membawa keuntungan finansial dan ekonomi yang signifikan serta manfaat lingkungan di tingkat lokal dan global.

CP adalah salah satu implementasi berkelanjutan dari pencegahan komprehensif strategi lingkungan yang melibatkan proses, produk, dan layanan perusahaan. Implementasi rencana CP masih menghadapi kendala, seperti kurangnya informasi rinci, alat, dan Teknik (Hadi et al., 2021). Penerapan *cleaner production* sebagai bagian dari program UNESCO untuk perkembangan *sustainable* tetapi jurnal ini hanya melakukan perbaikan yang mengarah pada *green* tanpa adanya *sustainable development* dan penerapan *cleaner production* berdasarkan aturan internasional yang ada. *Cleaner production* merupakan pilihan yang tepat untuk manufacturing dengan potensial sumber daya yang efisien. Penerapan CP dapat dilakukan melalui tindakan yang membutuhkan investasi yang rendah untuk meminimalkan kerugian material, mengurangi konsumsi produk kimia, menghindari pemborosan limbah yang tidak perlu dan juga untuk menghasilkan perbaikan ekonomi dan lingkungan. Berdasarkan studi sebelumnya, *cleaner production* mempengaruhi investasi keuangan yang dibutuhkan untuk pengaplikasiannya. Penelitian lain mengenai daur ulang C&DW (*the construction and demolition wastes*) adalah metode paling umum untuk mengurangi masalah lingkungan yang diakibatkan oleh sampah (Su et al., 2020). Sedangkan untuk pemodelan menggunakan *cleaner production* dilakukan (Ajizah et al., 2021) dengan membuat *green production model* menggunakan *cleaner production* di

industri batik. Penelitian tersebut meneliti tentang penggunaan pewarna alami dan meningkatkan kepedulian masyarakat pencemaran yang dilakukan.

Penerapan *cleaner production* dapat digunakan untuk menyelesaikan pengolahan limbah tetapi belum maksimal karena berkaitan dengan pencemaran lingkungan, dan investasi pengolahan limbah yang cukup mahal. Penelitian (Wicaksono et al., 2021) tentang *cleaner production* di industry aluminium memberikan beberapa keuntungan yaitu peningkatan efisiensi, peningkatan kinerja lingkungan dan peningkatan keunggulan kompetitif bagi industry aluminium. Konsep *cleaner production* adalah struktur yang inovatif dan efisien. Dalam jangka panjang, program ini dikembangkan untuk proyek-proyek yang berkaitan dengan perlindungan lingkungan dan pencegahan polusi. Penelitian yang dilakukan di perusahaan yang memproduksi truk dan berbasis di Brasil menunjukkan bahwa sejumlah besar limbah berkurang, dan dampak lingkungan dari kedua bahan turunan minyak bumi dan kemasan menurun secara signifikan. Pada jurnal tersebut hanya berfokus untuk menerapkan *cleaner production* pada prosesnya saja tanpa penerapan pada produk maupun servis. *Cleaner production* pada proses mencakup pelestarian bahan baku, *energy* dan menghilangkan bahan baku beracun dan mengurangi jumlah dan toksisitas semua emisi dan limbah sebelum meninggalkan proses. *Cleaner production* membutuhkan perubahan sikap, *management* lingkungan yang bertanggung jawab dan evaluasi pilihan teknologi yang digunakan.

Sebagai hasil dari permintaan kertas yang kuat, industri pulp dan kertas telah menjadi salah satu industri pertumbuhan menjanjikan yang terkemuka di negara ini (Arita et al., 2022). Pabrik pulp dan kertas dikenal sebagai penghasil polusi udara yang besar yang menciptakan potensi tantangan lingkungan dan dampak kesehatan manusia. Studi lain menilai polusi udara dan dampak terkait dari fasilitas pulp dan kertas terhubung yang beroperasi di Edmundston, New Brunswick, Kanada, dan Madawaska, Maine, Amerika Serikat (AS) (Dionne & Walker, 2021). Penelitian lain membuat daftar praktik lingkungan yang digunakan oleh perusahaan Amerika Latin di industri pulp dan kertas, melalui sampel 36 laporan keberlanjutan, teridentifikasi 36 praktik lingkungan berkelanjutan yang dapat dikelompokkan menjadi lima kelompok, yaitu: 1) Pemanfaatan kembali limbah, efisiensi proses produksi dan pengolahan limbah; 2) Pelestarian dan pemulihan kawasan; 3) Efisiensi energi; 4) Inisiatif dengan pemangku kepentingan; 5) Pengendalian emisi gas (Moraes et al., 2021). Penelitian (Anfasha & Yustiani, 2020) disusun untuk melihat penghematan biaya *pulp* dan proses produksi industri kertas yang menerapkan produksi bersih dan memberikan gambaran bagi pengusaha untuk dapat menghitung untung rugi usaha yang dijalankan terkait penerapan produksi bersih.

Pemrosesan *pulp* dan kertas adalah proses yang memakan energi intensif yang menghasilkan berbagai kontaminan yang mencemari air, udara, dan mempengaruhi ekologi dan kesehatan manusia (Giacosa et al., 2022). Proses industri kertas dan pulp menyebabkan keluarnya air limbah yang mengandung konsentrasi polutan ke lingkungan, yang selanjutnya mencemari air tawar. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang berkelanjutan (Jagaba et al., 2022). Perusahaan kertas harus menerapkan pengelolaan *waste* dengan baik untuk menciptakan industri hijau karena setiap kegiatan dalam proses produksi akan menghasilkan produk sampingan yang berdampak pada lingkungan. Perusahaan kertas dan pulp membutuhkan sejumlah besar uap dan sebagian besar energi yang dikonsumsi adalah untuk pembuatan pulp dan pengeringan kertas (Rullifank et al., 2020). Salah satu alternatif untuk mengatasi dampak lingkungan adalah konsep produksi bersih (*cleaner production/CP*). Dalam paper berikut dibahas mengenai kondisi eksisting perusahaan kertas PT ABC. Kondisi eksisting menilai perusahaan sudah menerapkan *green growth company* atau masuk kedalam *threatened company*. Berdasarkan analisis tersebut akan dilakukan analisis *fishbone* diagram dan 5W1H untuk melihat dampak dan akibat

yang ditimbulkan dan kemudian usulan perbaikan yang mengarah pada *cleaner production*, dimana nantinya dianalisis keuntungan antara kondisi eksisting dan usulan perbaikan yang diberikan yang berdasarkan 3P yaitu *Pollution, People, dan Profit*. Makalah ini menunjukkan semua limbah dan metodologi manufaktur hijau yang dapat kita terapkan dan dapat mengurangi pemborosan dan meningkatkan penggunaan energi berkelanjutan

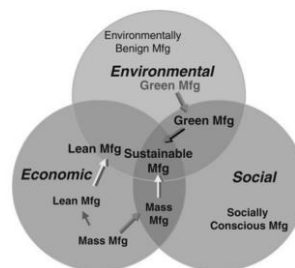
## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Green Manufacturing

*Green Manufacturing* tidak hanya baik untuk lingkungan, tetapi juga bisnis yang baik. Struktur penghijauan yang melekat pada peningkatan keberlanjutan (Salah & Romanova, 2021). Penelitian tentang *green manufacturing* menunjukkan proporsi investasi lebih tinggi jika perusahaan memperhitungkan langkah-langkah penghijauan. Perbandingan hasil dari lima ekonomi Asia dan menunjukkan bahwa perusahaan Jepang dan Korea Selatan mengikuti langkah-langkah penghijauan. Namun, perusahaan yang berlokasi di negara berkembang jauh tertinggal dalam menerapkan langkah-langkah penghijauan (Mumtaz & Yoshino, 2021).

### B. Sustainable Manufacturing

*Sustainable Manufacturing* mengacu pada sistem atau proses manufaktur yang memenuhi tiga faktor penting ini—yaitu mengatasi dampak terhadap lingkungan, ekonomi, dan masyarakat (Sen & Sen, 2019). Berdasarkan gambar 1, *sustainable manufacturing* menerapkan tidak hanya aspek tentang *green manufacturing*, tetapi juga tentang *lean manufacturing* dan aspek social.



Gambar. 1. Manufaktur dalam tiga pilar keberlanjutan  
Sumber: (Sen & Sen, 2019)

### C. Cleaner Production

*Cleaner production* adalah aplikasi strategi peningkatan yang efisien dan terintegrasi pada proses, produk dan pelayanan untuk mengurangi resiko pada manusia dan dampak lingkungan. Keuntungan dari *cleaner production* adalah mengurangi dampak ekologi, biaya operasi, meningkatkan *image* perusahaan dan mengurangi *civil*.

Penerapan *cleaner production* (CP) terdiri dari mengambil tindakan pencegahan dari satu atau lebih praktik CP; yang paling umum adalah pengurangan emisi, efisiensi penggunaan air, energi, dan penggunaan kembali limbah (Oliveira Neto et al., 2020). *Cleaner Production* (CP) berasal dari pemahaman bahwa meskipun teknologi lingkungan telah menghasilkan pengurangan emisi yang signifikan, teknologi tersebut mahal dan membutuhkan masukan lebih lanjut berupa bahan, energi, dan tenaga kerja. Oleh karena itu, teknologi lingkungan tidak menawarkan insentif ekonomi bagi industri. Sebaliknya akan menyebabkan biaya produksi yang lebih tinggi. Keuntungan ekonomi dalam proyek memainkan peran penentu bagi SE (*small enterprise*) untuk mengatasi hambatan penerapan CP dan mengarah pada pengurangan dampak lingkungan di kompartemen abiotik, biotik, air dan udara, seperti yang diperkirakan dengan Faktor Intensitas Massa (de Oliveira Neto et al., 2022). Namun, temuan lain menunjukkan bahwa ketika organisasi maju ke tingkat

yang lebih tinggi dari pengembangan strategi *cleaner production*, ada tingkat yang relatif tinggi dari penggunaan akuntansi manajemen lingkungan dalam hal alat integratif dan untuk tujuan pengendalian (Gunarathne & Lee, 2021).

#### D. Pulp and paper industry

Proses dalam pembuatan kertas dan kertas karton secara umum dapat dibagi menjadi tiga langkah: pembuatan pulp, pemrosesan pulp, dan produksi kertas. Pertama, campuran pulp stok diproduksi menjadi komponen berserat melalui bahan kimia, mekanis, atau kombinasi cara kimia dan mekanis. Di pabrik kertas, pulp ini dicampur dengan air dan dimurnikan sesuai spesifikasi produk akhir sebelum bahan pengisi seperti tanah liat dan kalsium, serta zat pewarna ditambahkan (Turner et al., 2022). Metode *pulping* yang paling umum adalah (pulp kimia) melepaskan serat selulosa dengan secara selektif menghancurkan ikatan kimia dalam zat seperti lem (lignin) yang mengikat serat bersama-sama. Setelah serat dipisahkan dan kotoran dihilangkan, pulp dapat diputihkan untuk meningkatkan kecerahan dan diproses menjadi bentuk yang sesuai untuk peralatan pembuatan kertas.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di perusahaan yang bergerak dalam industry *pulp* dan kertas. Data yang digunakan berupa data kualitatif (*primary data*). Langkah pertama yang dilakukan adalah analisis tentang *environmental challenge scan* mengenai apakah perusahaan itu termasuk *threatened company* atau *green growth company*. Analisis ini dilakukan dengan wawancara terhadap *expert* yang ada di perusahaan. Selain evaluasi perbaikan yang dilakukan menggunakan 5W1H, juga dilakukan beberapa alternatif *cleaner production* yang bisa dilakukan. Dari beberapa evaluasi yang dilakukan lalu dilakukan analisis benefit dan analisis *triple bottom line*. Analisis tersebut berguna untuk mengetahui keuntungan dari factor ekonomi dan lingkungan dari proses usulan yang diberikan.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Analisis *environmental challenge scan*

Analisis ini untuk menentukan apakah perusahaan termasuk kedalam *threatened company* atau sudah menjadi *green growth company*.

TABEL I  
ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL CHALLENGE SCAN

Sector of economy	The threatened company	"Green growth" company	1	2	3	4	5
	Major polluter	Low pollution					
Product	Nonrenewable materials, Polluting, high consumption of resources	Renewable and recyclable materials, Non-polluting, Low energy consumption		√			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>PT ABC memproduksi kertas jenis Ivory Coated Board/ ICB (kertas karton pembungkus rokok), kertas duplex, Liquid Packaging Board (kertas pembungkus cairan). Dan kertas OCC (Old corded pulp) adalah bahan yang berasal dari ivory (kualitas kertas di bawah standard) dan sisa potongan kertas dari proses pemotongan finishing</li> <li>Kebutuhan air berasal dari air bawah tanah dan air sisa produksi yang diolah lagi</li> <li>Bahan bakar berupa residu dan solar</li> <li>Zat Kimia yang digunakan AKD (alkyl ketene dimer), cationic starch, biocide, antifoam, retention aid, dyes, PAC (poly aaluminumchloride), injection point, CaCO<sub>3</sub>, NaOH</li> </ul>						
Process	Polluting, Hazardous wastes, High energy consumption, Health hazards to workers	Non-polluting, Low waste, Low energy, Efficient use of resources, No health hazard to workers			√		
	Upaya produksi bersih yang sudah dilakukan perusahaan <ul style="list-style-type: none"> <li>Limbah padat akan diolah menjadi kertas dan akan dijual kepada konsumen sesuai kebutuhannya masing - masing.</li> <li>Pengelolaan limbah cair yang dilakukan pada PT ABC yaitu dengan membuat bak-bak penampungan dimana air limbah akan mengalir dari Board Machine menuju ke bak equalizer dan dialirkan ke sungai dengan batas PH yang telah memenuhi standar.</li> <li>Limbah gas akan langsung dibuang ke udara luar tanpa pengolahan terlebih dahulu karena gas buangan tersebut telah memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan untuk dapat langsung dibuang ke udara luar.</li> </ul>						

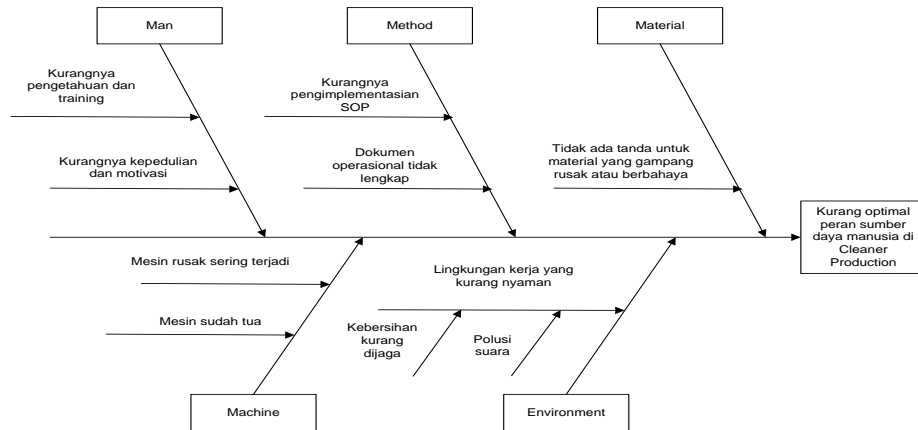
<b>Environmental consciousness</b>	<b>Consumers are not environmentally conscious</b>	<b>Environmentally conscious consumers</b>		√			
	Industri primer pengolahan hasil hutan merupakan salah satu penyumbang limbah cair yang berbahaya bagi lingkungan. Industri kertas merupakan salah satu penghasil limbah padat yang jumlahnya cukup besar, dimana limbah tersebut sebagian besar berasal dari serat yang berasal dari bahan pulp dan kertas. Serat limbah industri kertas tersebut berasal dari sistem pengolahan kertas dan sistem pengolahan limbah cair, dimana jika tidak melalui pengolahan tertentu dapat berdampak buruk pada lingkungan. Oleh karena itu, dalam pembangunan perusahaan berorientasi pada pemeliharaan kelestarian lingkungan hidup, pencegahan pencemaran, kerusakan lingkungan hidup dan pemborosan sumber daya alam. Dalam usaha tersebut, maka PT. ABC dilengkapi sarana pengolahan limbah terutama untuk pengolahan limbah padat.						
<b>Environmental standards</b>	<b>Low standards or non-compliance with strict standards</b>	<b>Compliance with strict environmental standards</b>				√	
	Peninjauan dari segi AMDAL (Analisa Mengenai Dampak Lingkungan). Dengan peninjauan ini, letak pabrik jauh dari tempat pemukiman penduduk karena adanya pabrik dapat mengakibatkan berbagai polusi, seperti: air, tanah, udara, kebisingan dan lain sebagainya. Namun tata letak pabrik juga tetap strategis dan dapat dicapai dengan mudah di pusat kota.						
<b>Management and staff commitment</b>	<b>Noncommitment</b>	<b>Committed to environmental protection</b>			√		
	Telah menggunakan prinsip pokok produksi bersih <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengolah air sisa produksi dengan menambahkan zat kimia untuk memisahkan serat dan air. Serat yang dipisahkan dikirim ke penyimpanan bahan baku dan air bersih dikirim ke tangki air (digunakan kembali untuk proses)</li> <li>• Penerapan produksi bersih (mengurangi <i>fiber loss</i> dengan pengoptimalan mesin produksi dan formula bahan, efisiensi bahan kimia efisiensi penggunaan steam, mengurangi terjadinya <i>broke, reuse broke</i>)</li> <li>• <i>Recycle finishing</i></li> </ul>						
<b>R&amp;D capacity</b>	<b>Low R&amp;D profile</b>	<b>Creative team; short development cycle</b>	√				
	Karyawan yang ada di ABC kebanyakan merupakan karyawan yang sudah bekerja sejak awal berdirinya perusahaan. Dimana umur karyawan diatas 40 tahun dan kurang adanya regenerasi selain itu tidak terdapat banyak inovasi yang ada dalam perusahaan						
<b>Capital</b>	<b>Capital shortages</b>	<b>Environmentally conscious financing institutes</b>			√		
	Pemeliharaan lingkungan hidup yang bersih, sehat dan melakukan penghijauan. mengadakan kegiatan sosial dan menyediakan bantuan berupa ekskavator mini, gerobak sampah dan tempat pembuangan sampah sementara untuk meningkatkan kesadaran warga akan pentingnya menjaga kebersihan lingkungan						
<b>Total</b>						24	

Sumber: data primer diolah

Berdasarkan tabel analisis “*the environmental challenge scan*”, perusahaan ini memiliki total 24 poin atau rata-rata untuk sector ekonomi sebesar 3. Dapat disimpulkan bahwa perusahaan masih menuju ke arah *green growth company*. Perusahaan sudah menerapkan beberapa tindakan *cleaner production*, tetapi perlu adanya keberlanjutan dan juga penepan yang menyeluruh.

#### B. Identifikasi untuk peningkatan *Cleaner Production*

Fase ini bertujuan untuk memilih tindakan perbaikan *cleaner production*. Analisis *fishbone* diagram melihat beberapa aspek *man, method, material, machine* dan *environment* dimana penerapan *cleaner production* yang telah dilakukan perusahaan sebelumnya belum bisa membuat perusahaan kearah *growth company*.



Gambar. 2. Fishbone diagram analysis Untuk Cleaner production  
Sumber: data primer diolah

Berdasarkan analisis tentang fishbone diagram terdapat beberapa penyebab tidak diterapkannya cleaner production di perusahaan. Analisis tersebut dilakukan dengan wawancara terhadap expert yang ada di perusahaan. Analisis tersebut khusus dilakukan di departemen produksi dan perawatan. Berikut adalah tabel 5W1H berdasarkan analisis fishbone diagram. Analisis berdasarkan pertanyaan what, where, who, when, why dan how.

TABEL II  
5W1H ANALISIS DARI FISHBONE DIAGRAM

Factor	What	Where	Who	When	Why	How
<b>Man</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kurangnya pengetahuan dan pelatihan</li> <li>Kurangnya kepedulian dan motivasi pegawai</li> </ul>	Area produksi dan maintenance	Semua pegawai di area produksi dan maintenance	Selama proses produksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tidak ada pelatihan yang spesifik</li> <li>Tidak ada ahli cleaner production supervising</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Merancang program pelatihan untuk karyawan baru dan yang sudah ada</li> <li>Rekrut ahli yang dapat mengawasi implementasi CP</li> </ul>
<b>Method</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dokumen operasional tidak lengkap</li> <li>Tidak sepenuhnya menerapkan SOP Kontraktual</li> </ul>	Area produksi dan maintenance	Semua pegawai di area produksi dan maintenance	Selama proses produksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beberapa tidak didokumentasikan secara rinci</li> <li>SOP yang tidak detail dan pengawasan yang kurang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perlu adanya koordinasi untuk membuat dokumen operasional</li> <li>Buat sanksi atas pelanggaran SOP</li> </ul>
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tidak ada tanda untuk material yang gampang rusak atau berbahaya</li> </ul>	Area produksi dan maintenance	Semua pegawai di area produksi dan maintenance	Selama proses produksi	Perusahaan kurang memperhatikan detail kecil,	<ul style="list-style-type: none"> <li>memasang simbol dan petunjuk SOP untuk memudahkan karyawan</li> </ul>
<b>Machine</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mesin rusak</li> <li>Mesin sudah tua</li> </ul>	Area produksi dan maintenance	Karyawan yang bertanggung jawab atas semua mesin	Selama proses produksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mesin rusak diluar preventive maintenance</li> <li>Tidak ada pembaruan mesin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menambahkan alat untuk condition based maintenance</li> <li>Melakukan peningkatan teknologi untuk mesin baru</li> </ul>
<b>Environment</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lingkungan tempat kerja yang tidak nyaman terjadi polusi suara</li> <li>Kurangnya kebersihan tempat kerja</li> </ul>	Area produksi dan maintenance	Semua pegawai di area produksi dan maintenance		<ul style="list-style-type: none"> <li>Suara keras mesin dianggap sebagai hal biasa</li> <li>Kurang memperhatikan kebersihan lingkungan kerja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Membuat ruangan yang kedap suara</li> <li>Menghimbau kepada karyawan untuk menjaga kebersihan lingkungan kerja</li> </ul>

Sumber: data primer diolah

### C. Identifikasi untuk Peningkatan Cleaner Production

Beberapa hal yang bisa dilakukan untuk cleaner production di perusahaan. Berikut

merupakan usulan yang bisa dilakukan:

TABEL III  
USULAN CLEANER PRODUCTION

Tindakan	Masalah	Perbaikan yang dilakukan	Keuntungan
1	Minyak yang berlebih untuk pelumasan bagian-bagian mesin langsung dibuang	Melakukan pemurnian sesuai kualitas yang bersertifikat minyak pelumas dengan karakteristik yang sama dengan minyak baru	Pengurangan konsumsi secara total.
2	Palet yang diterima dari import tidak digunakan kembali untuk ekspor produk	Palet yang diterima dari import digunakan kembali untuk ekspor produk. Pallet dilakukan rekondisi sehingga bisa digunakan untuk mengekspor suku cadang	Pengurangan dalam konsumsi kayu per tahun.
3	Palet digunakan untuk penanganannya yang berlebihan dan berat, palet ini sangat sering mengalami kerusakan yang tidak memungkinkan perbaikan.	Penggunaan palet kayu dibuang dan diganti dengan palet plastik baru.	Penggantian palet kayu memungkinkan pengurangan konsumsi kayu
4	Penggunaan kemasan plastic 1 liter untuk minyak pelumas yang digunakan untuk perawatan kendaraan	Perubahan dari penggunaan kemasan plastik 1 liter ke tong metalik 200 liter karena kemasan plastik 1-L dianggap sangat tinggi polutan terdegradasi sangat lambat	Pengurangan pembuangan plastic pengepakan
5	Tidak ada pemeriksaan kualitas yang mempertimbangkan emisi gas dan konsumsi bahan bakar	Pengurangan emisi gas dan konsumsi bahan dalam pengujian akhir memutuskan untuk menerapkan teknologi baru dimana yang disebut "cold test" (pemeriksaan kualitas dilakukan secara elektronik tanpa benar-benar menembaki mesin). Tujuannya untuk menghilangkan emisi gas akibat uji mesin	Secara tahunan, perusahaan mengurangi konsumsi bahan bakar solar
6	Perusahaan biasa membuang palet kayu ketika mengalami kerusakan akibat penanganan yang tidak semestinya	Reutilisasi palet kayu yang rusak akibat penanganan yang buruk dengan rekondisi dan mengembalikannya untuk penggunaan lebih lanjut.	Tindakan ini menghilangkan konsumsi tahunan kayu,
7	Bungkus gelembung diterima sebagai kemasan pelindung di bagian impor dibuang mengikuti prosedur yang ada.	Inisiatif CP membuat pemanfaatan bahan yang diterima dengan bagian layak yang diimpor untuk melindungi bagian diproduksi di dalam perusahaan.	Konsumsi polietilen dengan densitas rendah berkurang
8	Beberapa bagian tertentu yang diterima dari pemasok dalam kotak kardus dibuang setelah komponen yang dikemas digunakan	Satu kesepakatan dengan pemasok mengizinkan beberapa kotak yang akan dikembalikan untuk penggunaan lebih lanjut.	Konsumsi tahunan bahan kardus telah dieliminasi,

Sumber: data primer diolah

Untuk kondisi yang telah diterapkan maka dilakukan usulan yang sekiranya mampu memperbaiki keadaan yang telah terjadi menuju kearah sistem *green manufaktur* secara keseluruhan dan adanya keberlanjutan untuk perbaikan. Berdasarkan usulan- usulan diatas berikut merupakan ringkasan dari keseluruhan usulan yang ada.

1. Identifikasi *Key Performance Indicator (KPI)*

Tujuan dari identifikasi *key performance indicator* yaitu menyediakan *top management* dengan *prognosis* dari konsumsi energi dan merekomendasikan teknologi penghematan energy.

2. *Management review*

Management review berdasarkan pada konsep PDCA yaitu pada "action". Peninjauan tahunan sistem manajemen energy harus menyertakan semua personil yang terlibat, meninjau kemajuan dari setiap rencana perbaikan pada KPI dan melaporkan rincian perbaikan dan usulan perubahan sistem atau kebijakan, indicator kerja dan tolak ukur .

3. *Teknik value stream mapping (VSM)*

Analisis VSM untuk melihat peluang adanya pengurangan waste dari awal proses sampai akhir dan juga adanya detail biaya *work balancing chart* dan *process capacity* secara lebih detail. Analisis VSM menggunakan block diagram yang dikembangkan untuk menunjukkan kesempatan dalam melakukan perbaikan, sehingga peluang yang ada ditunjukkan dengan jelas dari awal proses sampai akhir proses produksi.



4. *Sustainable energy management (SEM) system*

*Sustainable Energy management System (SEM)* adalah salah satu sistem yang mengelola pemanfaatan energi. Hal hal yang menjadi perhatian yaitu efisiensi energi, pengembangan sistem dan kebijakan manajemen energi, penggunaan energi dan teknologi terbarukan. Penggunaan SEM merupakan sistem yang berkelanjutan dalam pengimplementasian *cleaner production*. Analisis yang dilakukan berupa control, monitoring dan audit mengenai program lingkungan sehingga dapat dilakukan peningkatan dalam penggunaan *cleaner production*.

5. Penerapan *cleaner production* yang sesuai aturan internasional

Penerapan *cleaner production* harus sesuai dengan peraturan yang ada secara global, PT. ABC belum secara langsung menjelaskan aturan yang dipakai dalam penerapan *cleaner production*..

6. *Industrial ecology*

Ekologi industri (IE) adalah merancang keseimbangan kehidupan antara system industry dan system alam. Perusahaan perlu memahami mendalam akan adanya keseimbangan antara lingkungan dan ekonomi kerja terhadap penerapan *cleaner production*.

7. *101 Ways of Energy Saving*

Berikut merupakan program- program yang dapat dilakukan dalam pengimplementasian *cleaner production* yaitu *101 ways of energy saving*. Salah satu yang bisa dilakukan yaitu penghematan energi yang akan berdampak pada biaya, mengurangi bahan baku yang digunakan meliputi praktik "3R" dan ramah lingkungan. Hemat energy bisa dilakukan dengan cara yaitu Audit energi, mengurangi Jejak Karbon, pengurangan sampah, memanfaatkan air hujan, melakukan Audit Limbah, laporan keberlanjutan, Kampanye *zero burning* (mengurangi polusi udara), menurunkan keseimbangan material dan menetapkan *program pemantauan*

Berdasarkan usulan- usulan diatas berikut merupakan ringkasan dari keseluruhan usulan yang ada.

TABEL IV  
USULAN CLEANER PRODUCTION SECARA KESELURUHAN

	Usulan	Keterangan
Analisis	Analisis VSM	Dapat dilakukan dengan menyewa jasa audit untuk menghitung
	Penggunaan SEM	
Perbaikan Sistem	Penerapan <i>cleaner production</i> yang sesuai aturan internasional	Melakukan perbaikan sistem yang ada pada <i>cleaner production</i> sebelumnya bisa dengan jasa konsultan
	Pemahaman tentang industry ecology	
Pemantauan dan Pengukuran	Identifikasi KPI	Melakukan training pegawai
	Management review	
Program yang dilakukan	Dengan menggunakan <i>101 ways of energy savings</i> (energy audit, decrease carbon footprint, utilize rain-water dll)	Dapat dilakukan dengan investasi peralatan, training maupun konsultasi dengan pihak yang ahli di bidangnya

Sumber: data primer diolah

D. *Analisis Benefit dan Analisis Triple Bottom Line*

Pada jurnal yang dibahas belum menerapkan adanya *sustainable* dalam penerapan *cleaner production* padahal hal tersebut sangat penting dalam keberlanjutan penerapan di masa depan.

1. Analisis benefit dilihat dari ekonomi

Penerapan *cleaner production* perlu mempertimbangkan *sustainable* dan komitmen dari seluruh pihak untuk pengimplementasian *cleaner production* sangat penting. *Energy cost cycle* menggunakan program konservasi energy menunjukkan *sustainable energy management* lebih rendah dan terdapat lebih banyak pengurangan biaya.

TABEL V  
ANALISIS BENEFIT (EKONOMI)

Usulan	Investasi	Keuntungan
<b>Biaya Jasa Aditor Energy</b>	\$1000-\$15000	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menentukan seberapa banyak energy yang digunakan untuk waktu tertentu dan biaya yang dibutuhkan.</li> <li>Analisis untuk penggunaan SEM atau VSM</li> </ul>
<b>Decrease carbon footprint</b>	Melakukan perhitungan carbon foot print	Pengurangan carbon foot print berdampak 7,8 cent tiap memproduksi 1 kilowatt hour of electricity dan emisi CO2 pada pabrik yang cukup berkurang secara drastis
<b>Utilize rainwater-penggunaan bak hujan memerlukan sedikit atau tanpa perawatan</b>	Investasi pembuatan tangki air hujan	Penggunaan <i>rainwater</i> secara maksimal dapat menghemat biaya, dimana terdapat investasi pada pembuatan tangki air tetapi untuk perawatannya tidak membutuhkan biaya yang mahal.
<b>Training pegawai</b>	Kurang lebih \$1.000 per pegawai	<i>Training</i> dilakukan kepada pegawai untuk memberikan pemahaman pentingnya <i>Cleaner production</i> dan keberlanjutannya dalam industry. Termasuk didalamnya <i>training</i> pada program program yang dilakukan perusahaan misalnya KPI ,management review dan penerapan <i>cleaner production</i> yang sesuai aturan internasional.

Sumber: data primer diolah

## 2. Analisis *triple bottom line*

Analisis *triple bottom line* terdiri dari 3P yaitu *pollution*, *people* dan *profit* dari keuntungan lingkungan dari proses usulan yang diberikan. Analisis ini berguna untuk mengetahui proses atau prosedur yang memberikan hasil berkelanjutan dan cara memperbaikinya. Pendekatan ini memungkinkan untuk menghasilkan lebih banyak ide mengenai pengelolaan bisnis dan meminimalkan dampak lingkungan. Keuntungan yang didapatkan perusahaan seharusnya juga tidak memberikan dampak merugikan bagi masyarakat sekitar

### a. *Pollution* (Lingkungan)

Perusahaan telah memikirkan tentang aspek lingkungan dalam produksi kertas. Mereka melakukan produksi secara terus menerus, tetapi kurang memperhatikan kerusakan lingkungan dan keseimbangan ekosistem maupun jangka Panjang lahan pabrik dan sekitarnya. Penerapan *cleaner production* perlu adanya tindakan berkelanjutan berupa *sustainable management system*. Perusahaan telah melakukan pengolahan ulang agar kualitas air yang bisa dibuang di sungai sesuai dengan yang ada di peraturan. Diperlukan beberapa alternatif kegiatan dari perusahaan untuk mengantisipasi tidak adanya mineral bahaya dan layak konsumsi oleh masyarakat sekitar, misalnya dilakukan pengecekan berkala dan adanya kalibrasi untuk alat tersebut dan pemantauan kemungkinan potensi bocor yang keluar dan mencemari air. Sedangkan untuk polusi udara yang dihasilkan bisa dilakukan beberapa alternatif dengan pemantauan pencemaran udara dari emisi. Usaha berkelanjutan tersebut bermanfaat bagi lingkungan sekitar pemukiman dimana dapat mengurangi polusi dari pengurangan emisi limbah, bahan kimia & juga pembuangan. Program *cleaner production* merupakan bukti nyata bagi alam lingkungan hidup. Kualitas udara akan meningkat akibat pengurangan polutan yang masuk dan tidak merugikan masyarakat sekitar.

### b. *People* (social)

Kesejahteraan manusia merupakan faktor penting dalam *cleaner production*. Manusia yang dimaksud bukan hanya yang bekerja di perusahaan tetapi juga masyarakat sekitar. Masyarakat sekitar berperan dalam daya dukung perusahaan, perusahaan perlu memperhatikan aspek *social* disekitar yang berdampak di masyarakat sekitar. Perusahaan telah melakukan CSR (*customer social responsibility*) untuk perusahaan sekitar, untuk keberlanjutannya dimana program CSR yang dapat diaplikasikan oleh perusahaan yaitu dengan memperhatikan aspek pendidikan, kesehatan, dan ekonomi, diantaranya adalah dengan mendirikan sarana kesehatan seperti poliklinik maupun

rumah sakit sehingga membantu peningkatan kesehatan masyarakat terutama bagi masyarakat yang telah terkena dampak dari limbah yang terjadi, serta membantu penguatan ekonomi masyarakat daerah.

*Cleaner production* dibidang social selain memikirkan keberlanjutan untuk masyarat, tetapi juga untuk pekerjanya. *Safety and health standard* sangat penting untuk berbagai bidang yaitu moral, ekonomi dan hukum. Alasan moral yaitu pekerja tidak boleh mengambil resiko cedera atau kematian di tempat kerja. Alasan ekonomi yaitu biaya perawatan medis yang diakibatkan dari kinerja keselamatan dan kesehatan kerja yang buruk. Alasan hukum yaitu persyaratan keselamatan dan kesehatan kerja.

c. *Profit* (Ekonomi)

Orientasi suatu perusahaan adalah pada keuntungan atau profit, tetapi dengan penerapan *cleaner production* diharapkan tidak terdapat penambahan pengeluaran bagi perusahaan. Program *cleaner production* dapat mengurangi biaya material karena prosedur produksi dan kemasan yang mengkonsumsi lebih sedikit sumber daya. Limbah biaya pengelolaan dan pembuangan merupakan penghematan potensial untuk pencegahan polusi. Penerapan strategi *recycling* dapat mengurangi biaya material, mengurangi *treatment cost*, *waste disposal*, dan mengurangi biaya tenaga. Pengurangan biaya dari penggunaan *renewable energy source*, mengurangi biaya bahan kimia, waste dan mengurangi biaya energy.

Perusahaan telah melakukan *recycle* untuk produk cacat yang dikategorikan menjadi beberapa kelas. Selain itu untuk produk yang tidak dapat diolah lagi, dijual dimasyarakat dengan harga yang lebih rendah. Untuk keberlanjutan dalam penerapan *cleaner production*, penguatan manajemen dan divisi lainnya guna meningkatkan keuntungan dari perusahaan dari segi pengolahan limbah yang dihasilkan tidak merusak dan merugikan masyarakat dan juga dari segi lingkungan.

## V. KESIMPULAN

Analisis *environmental challenge scan* menunjukkan bahwa perusahaan ABC termasuk *green growth company*. Meskipun perusahaan sudah menerapkan beberapa contoh *cleaner production*, tetapi masih belum ada keberlanjutan termasuk komitmen dalam keseluruhan individu di dalamnya. Penerapan *cleaner production* yang mengacu pada *green manufacturing* tidak akan berdampak jika tidak diimbangi dengan *sustainable* atau keberlanjutan penerapannya. Beberapa usulan penerapan *clener production* juga dilakukan analisis untuk benefit dan juga *triple bottom line*. Analisis *triple bottom line* berupa keuntungan lingkungan dari proses usulan yang diberikan untuk aspek *pollution*, *profit* dan *people*.

## PUSTAKA

- Ajizah, S., Hidayat, N., & Suhartini, S. (2021). Modelling Green Production Process in the Natural Dyes Batik Industry Using Cleaner Production Options. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*, December, 1–6.
- Anfasha, N. H., & Yustiani, Y. M. (2020). *Implementation of Cleaner Production Concept as an Advanced Level of Entrepreneurship in the Era of Industry 4.0 (Case Study of PT. IKPP)*. 0(May), 56–58.
- Arita, S., Kristianti, D., & Komariah, L. N. (2022). Effectiveness of biomass-based fly ash in pulp and paper liquid waste treatment. *South African Journal of Chemical Engineering*, 41(May), 79–84. <https://doi.org/10.1016/j.sajce.2022.05.004>
- Chia, X. K., & Hadibarata, T. (2021). Concept evolution in cleaner production. *Environmental and Toxicology Management*, 1, 23–27.
- de Oliveira Neto, G. C., Leite, R. R., Lucato, W. C., Vanalle, R. M., Amorim, M., Matias, J. C. O., & Kumar, V. (2022). Overcoming Barriers to the Implementation of Cleaner Production in Small Enterprises in the Mechanics Industry: Exploring Economic Gains and Contributions for Sustainable Development Goals. *Sustainability (Switzerland)*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/su14052944>
- Dionne, J., & Walker, T. R. (2021). Air pollution impacts from a pulp and paper mill facility located in adjacent communities, Edmundston, New Brunswick, Canada and Madawaska, Maine, United States. *Environmental Challenges*, 5(August), 100245. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100245>

- Giacosa, G., Barnett, C., Rainham, D. G., & Walker, T. R. (2022). Characterization of Annual Air Emissions Reported by Pulp and Paper Mills in Atlantic Canada. *Pollutants*, 2(2), 135–155. <https://doi.org/10.3390/pollutants2020011>
- Gunarathne, N., & Lee, K. H. (2021). Corporate cleaner production strategy development and environmental management accounting: A contingency theory perspective. *Journal of Cleaner Production*, 308(March), 127402. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127402>
- Hadi, D. K., Putri, R. A., Farida, S. N., & Santoso, I. (2021). Application of Cleaner Production in a Fruit Chips Industry Penerapan Cleaner Production di Industri Keripik Buah The food industry plays an essential role in the Indonesian economy . One of the most de- 2017 ). Malang City is one of the tourist cities an. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri*, 10(2), 162–171.
- Jagaba, A. H., Kutty, S. R. M., Noor, A., Isah, A. S., Lawal, I. M., Birniwa, A. H., Usman, A. K., & Abubakar, S. (2022). Kinetics of Pulp and Paper Wastewater Treatment by High Sludge Retention Time Activated Sludge Process. *Journal of Hunan University Natural Sciences*, 49(2), 242–251. <https://doi.org/10.55463/issn.1674-2974.49.2.24>
- Küçükgül, E., Cerin, P., & Liu, Y. (2022). Enhancing the value of corporate sustainability: An approach for aligning multiple SDGs guides on reporting. *Journal of Cleaner Production*, 333(October 2021), 130005. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130005>
- Moraes, D. M., Silva, P. H., Rampasso, I. S., Anholon, R., Quelhas, O. L. G., Farias Filho, J. R., & Toledo, R. F. (2021). Environmentally-responsible corporate: Actions analysis of Latin American pulp and paper industry. *Environmental Challenges*, 4. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100153>
- Mumtaz, M. Z., & Yoshino, N. (2021). Greenness, mood, and portfolio allocation: A cross-country analysis. *Environmental Challenges*, 5(February), 100325. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100325>
- Oliveira Neto, G. C. de, Tucci, H. N. P., Correia, J. M. F., da Silva, P. C., da Silva, V. H. C., & Ganga, G. M. D. (2020). Assessing the implementation of Cleaner Production and company sizes: Survey in textile companies. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 15. <https://doi.org/10.1177/1558925020915585>
- Rullifank, K. F., Roefinal, M. E., Kostanti, M., Sartika, L., & Evelyn. (2020). Pulp and paper industry: An overview on pulping technologies, factors, and challenges. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 845(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/845/1/012005>
- Salah, G. M. J. A., & Romanova, A. (2021). Life cycle assessment of felt system living green wall: Cradle to grave case study. *Environmental Challenges*, 3(February), 100046. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100046>
- Satish, J. G., & Nagesha, N. (2018). Cleaner Production: A brief literature review. *Materials Today: Proceedings*, 5(9), 17944–17951. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.06.124>
- Sen, S., & Sen, R. L. (2019). Green Manufacturing. In *Waste Management*. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-1210-4.ch020>
- Su, Y., Si, H., Chen, J., & Wu, G. (2020). Promoting the sustainable development of the recycling market of construction and demolition waste: A stakeholder game perspective. *Journal of Cleaner Production*, 277, 122281. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122281>
- Turner, T., Wheeler, R., & Oliver, I. W. (2022). Evaluating land application of pulp and paper mill sludge: A review. *Journal of Environmental Management*, 317(July 2021), 115439. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115439>
- Wicaksono, A. D., Agustina, D., & Meidiana, C. (2021). Cleaner Production Assessment of the Aluminium Industry. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 940(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/940/1/012053>