

Penerapan Strategi Produksi Bersih untuk Peningkatan Efisiensi dan Penurunan Dampak Lingkungan Pada UMKM *Rolling Door*

Tyara Puspaningrum^{1*}, Azizah Putri Jodea¹, Muhammad Fadil Attala¹, Ratu Sabrina Fahira¹

¹Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al-Azhar Indonesia, Komplek Masjid Agung Al-Azhar, Jalan Sisingmangaraja, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan, 12110.

Penulis untuk Korespondensi/E-mail: tyara.puspaningrum@uai.ac.id

Abstract - Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) play a significant role in the national economy but often face challenges in resource efficiency and waste management. This study analyzes the production process of a rolling door assembly and installation of BS MSME to identify inefficiencies and formulate feasible cleaner production strategies. The methodology involves a quick scan audit, production process mapping, and mass balance analysis, and formulate cleaner production strategies. The results indicate that most waste originates from scrap metal, excess lubricants, and paint or thinner residues. Based on the quick scan and economic evaluations, six out of seven cleaner production options are feasible for implementation. These options include establishing Standard Operating Procedures (SOPs), transitioning to water-based paint, mandating personal protective equipment (PPE), maintaining raw material and energy log sheets, and implementing a system to shut down idle equipment. Implementing these measures can enhance operational efficiency, mitigate environmental pollution, and improve occupational safety. Consequently, applying cleaner production concepts in BS MSMEs serves as an effective approach to achieving sustainable, eco-friendly manufacturing, providing a replicable model for similar MSMEs in the metal sector.

Abstrak – Usaha Mikro, Kecil dan Menengah (UMKM) memiliki kontribusi penting dalam mendukung perekonomian nasional, namun sering terkendala dalam efisiensi sumber daya dan pengelolaan dampak lingkungan. Penelitian ini dilakukan pada sebuah UMKM BS yang bergerak di bidang perakitan dan pemasangan *rolling door* dengan tujuan menganalisis proses produksi yang berlangsung, mengidentifikasi sumber inefisiensi dan limbah, serta merumuskan strategi penerapan produksi bersih yang layak secara teknis dan ekonomis. Metode penelitian meliputi audit *quick scan*, penyusunan diagram alir proses produksi dan neraca massa, dan penyusunan strategi produksi bersih. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar limbah berasal dari sisa potongan logam, penggunaan pelumas berlebih, serta limbah cat dan *thinner*. Berdasarkan hasil *quick scan* dan evaluasi kelayakan ekonomi, enam dari tujuh opsi produksi bersih dinyatakan layak diterapkan, antara lain penyusunan SOP, penggunaan cat berbasis air, kewajiban penggunaan alat pelindung diri (APD), pencatatan *log sheet* bahan baku dan energi, serta penerapan sistem “matikan alat *idle*”. Penerapan opsi-opsi tersebut mampu meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi potensi pencemaran lingkungan, serta memperbaiki aspek keselamatan kerja. Dengan demikian, penerapan konsep produksi bersih di UMKM BS terbukti menjadi pendekatan efektif untuk menciptakan proses produksi yang efisien, ramah lingkungan dan berkelanjutan, serta dapat dijadikan model penerapan bagi UMKM sejenis di sektor manufaktur logam.

Keywords – *Cleaner Production, Mass Balance, Micro Small and Medium Enterprises, Quick Scan, Resource Efficiency, Rolling Door.*

PENDAHULUAN

Sektor Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) di Indonesia memiliki peran penting dalam memperkuat perekonomian Indonesia [1]. Salah satu UMKM yang turut berkembang adalah industri manufaktur logam yang bergerak di bidang perakitan dan pemasangan pintu gulir (*rolling door*). Produk *rolling door* merupakan jenis pintu berpaling yang dioperasikan dengan menggulung ke atas untuk disimpan, berfungsi untuk memberikan keamanan terhadap upaya masuk atau perlindungan cuaca pada bukaan eksterior dan interior di bangunan industri, komersial, institusional dan bangunan lainnya [2]. Pintu ini umumnya berbahan dasar besi, baja, atau aluminium dan digunakan pada toko, garasi dan gudang karena hemat tempat, praktis, serta kokoh, baik digerakkan secara manual maupun otomatis.

Berdasarkan klasifikasi baku lapangan usaha Indonesia (KBLI), UMKM *rolling door* termasuk dalam sektor barang logam bukan mesin dan peralatannya (KBLI 25) yang jumlah totalnya mencapai 129.856 unit usaha pada tahun 2022 [1]. Salah satu UMKM yang memproduksi *rolling door* adalah UMKM BS yang memasarkan produknya untuk kebutuhan rumah tangga maupun komersial di wilayah Jabodetabek. UMKM BS termasuk dalam klasifikasi usaha kecil dengan jumlah pekerja sepuluh orang dan produksi rata-rata 20-30 unit per bulan. Usaha ini berdiri sejak tahun 2014 dan memiliki sistem produksi yang berbasis *make to order* yang proses produksinya dilakukan setelah adanya pesanan dari pelanggan.

Proses bisnis UMKM BS dimulai dari pemesanan oleh pelanggan, pengiriman bahan baku mentah dari pabrik di Tangerang, hingga perakitan akhir di Kebayoran Baru, Jakarta Selatan. Selain memproduksi *rolling door*, UMKM BS juga melakukan pembuatan komponen tambahan seperti as dan roda, pembuatan bracket as, kunci tengah, serta perakitan *gate* dan rel kanan-kiri. Proses *finishing* dilakukan melalui tahap pengecatan, perakitan akhir, hingga penyerahan ke pelanggan.

Setiap proses produksi manufaktur membutuhkan bahan baku dan energi serta menghasilkan produk dan hasil samping yang disebut sebagai limbah. Potensi limbah dari produksi *rolling door* di UMKM BS antara lain sisa potongan aluminium dalam bentuk *scrap*, sisa pelumas, serta limbah cat dan *thinner* yang akan berdampak mencemari lingkungan jika tidak ditangani dengan baik.

Penggunaan energi listrik yang cukup tinggi dalam proses pemotongan, pengelasan dan pengecatan juga menjadi salah satu sumber inefisiensi dalam proses produksi. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang mampu meningkatkan efisiensi sumber daya sekaligus mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan.

Konsep *cleaner production* atau produksi bersih menjadi salah satu strategi yang relevan untuk diterapkan pada UMKM BS. Pendekatan ini menekankan pencegahan pencemaran sejak sumbernya dengan cara mengoptimalkan penggunaan bahan baku, energi dan sumber daya lainnya, serta mengurangi timbulan limbah dan risiko terhadap manusia dan lingkungan [3]. Berdasarkan Undang-Undang No. 20 tahun 2008 tentang Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM), dua dari asas UMKM adalah berkelanjutan dan berwawasan lingkungan. Oleh karena itu, produksi bersih dapat menjadi strategi bagi UMKM dalam menjalankan proses produksi yang lebih berkelanjutan dan berwawasan lingkungan.

Melalui penerapan prinsip produksi bersih, diharapkan kegiatan operasional UMKM BS tidak hanya menjadi lebih efisien secara ekonomi, tetapi juga lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Menurut *United Nations Environment Programme* (UNEP), *cleaner production* merupakan suatu pendekatan pengelolaan lingkungan yang bersifat preventif dan menyeluruh, diterapkan secara berkelanjutan pada kegiatan produksi barang maupun jasa [4]. Tujuan utamanya adalah untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas melalui pemanfaatan bahan baku, air, serta energi secara optimal, sekaligus mengurangi timbulan limbah dan emisi sejak sumbernya [5]. Saat ini, lebih dari 80 negara termasuk negara berkembang telah menerapkan produksi bersih. Sebagai strategi komprehensif, promosi dan implementasi produksi bersih telah secara signifikan meningkatkan efisiensi sumber daya dan efisiensi ekologis di berbagai tingkatan dari perusahaan hingga skala lokal, regional, nasional dan global [6].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi eksisting proses produksi di UMKM BS, mengidentifikasi peluang penerapan produksi bersih, serta mengevaluasi kelayakan ekonomi dari penerapan opsi produksi bersih. Hasilnya diharapkan dapat menjadi dasar penerapan strategi produksi bersih yang efisien, ramah lingkungan dan berkelanjutan pada UMKM, khususnya UMKM BS.

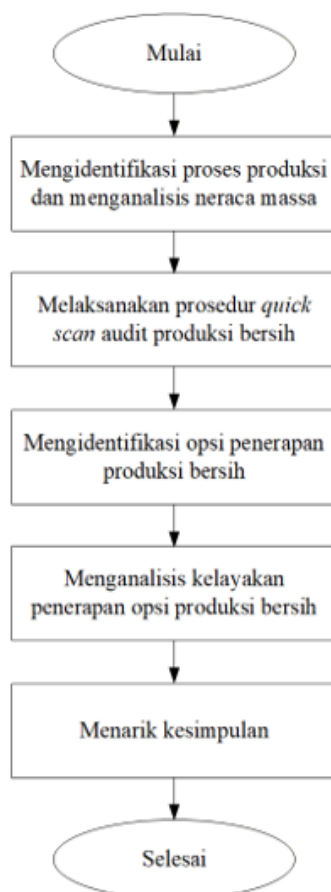
METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di suatu UMKM produksi *rolling door* untuk kebutuhan perumahan, toko, hingga bangunan komersial yang berlokasi Jakarta Selatan (UMKM BS). Penelitian dilakukan dalam rentang waktu Oktober-November 2025.

Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap seperti yang tercantum pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Tahapan Penelitian

Identifikasi Proses Produksi

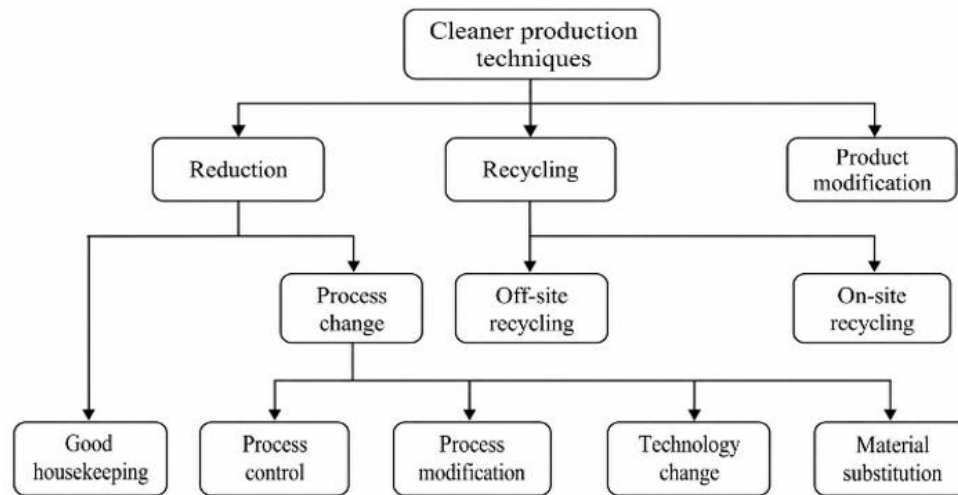
Identifikasi proses produksi dilakukan dengan cara menyusun diagram alir produksi dan neraca massa yang bertujuan untuk mengetahui aliran masuk dan keluarnya bahan serta potensi limbah (inefisiensi) yang dihasilkan pada masing-masing tahapan produksi. Data neraca massa diperoleh melalui observasi langsung ke UMKM BS yang terletak di Kebayoran Baru, Jakarta Selatan. Data ini merupakan sumber informasi dalam menentukan peluang opsi produksi bersih di UMKM BS.

Prosedur Audit Quick Scan

Audit *quick scan* merupakan suatu analisis singkat yang diselenggarakan untuk menentukan proses yang paling utama mengenai aliran arus bahan dan energi suatu perusahaan dan untuk menilai kualitas dari proses produksi secara keseluruhan [4]. Aspek yang diaudit pada *quick scan* produksi bersih antara lain kebijakan lingkungan, area produksi, manajemen energi, perlindungan bahaya kerja, pencegahan kecelakaan, penanganan material, pengangkutan dan distribusi, produksi dan output, serta persediaan dan penyimpanan.

Identifikasi Opsi Penerapan Produksi Bersih

Opsi penerapan produksi bersih dikategorikan menjadi beberapa teknik mulai dari pengurangan dari sumbernya (*source reduction*), daur ulang (*recycling*), hingga modifikasi produk (*product modification*). Teknik *source reduction* terdiri atas *good housekeeping* (tata kelola yang baik) dan *process changes* (perubahan proses) yang meliputi *better process control* (kontrol proses lebih baik), *equipment modification* (modifikasi peralatan), *technology change* (perubahan teknologi) dan *material substitution* (substitusi material) [7]. Secara hierarki, teknik produksi bersih dapat dilihat pada Gambar 2. Pada UMKM, penerapan opsi produksi bersih diprioritaskan pada teknik *source reduction*.



Gambar 2. Hierarki Teknik Produksi Bersih [7]

Analisis Kelayakan

Analisis kelayakan dilakukan untuk menentukan opsi produksi bersih agar diterapkan secara layak atau tidaknya secara finansial. Analisis kelayakan finansial atau ekonomi dapat memperkirakan biaya implementasi dan kemungkinan penghematan atau keuntungan yang diperoleh ketika menerapkan opsi produksi bersih [3]. Aspek yang diperhitungkan dalam analisis kelayakan diantaranya *payback period* (PBP) dan *benefit/cost* (B/C) *ratio*. Perhitungan *payback period* bertujuan untuk mengetahui lama waktu pengembalian investasi sehingga pemangku kepentingan dapat menentukan opsi yang paling cepat dalam pengembalian modalnya [8].

Analisis B/C *ratio* dilakukan untuk menghitung total pendapatan dibagi dengan total biaya produksi [9]. Formula PBP dan B/C *ratio* dapat dilihat pada Persamaan (1) dan (2). Suatu opsi produksi bersih dapat dianggap layak apabila PBP lebih pendek dari pada PBP maksimum dan jika terdapat beberapa opsi, maka dipilih yang memiliki nilai PBP terkecil [10]. Suatu alternatif rekomendasi atau investasi bisnis dapat dikatakan layak jika *Net B/C ratio* > 1 dan tidak layak jika *Net B/C ratio* < 1, serta dapat dipertimbangkan layak atau tidak layak jika nilai *Net B/C ratio* sama dengan satu [4].

$$PBP = \frac{\text{Total investasi awal}}{\text{Total keuntungan}} \quad (1)$$

$$B/C \text{ ratio} = \frac{\text{Total penerimaan}}{\text{Total biaya produksi}} \quad (2)$$

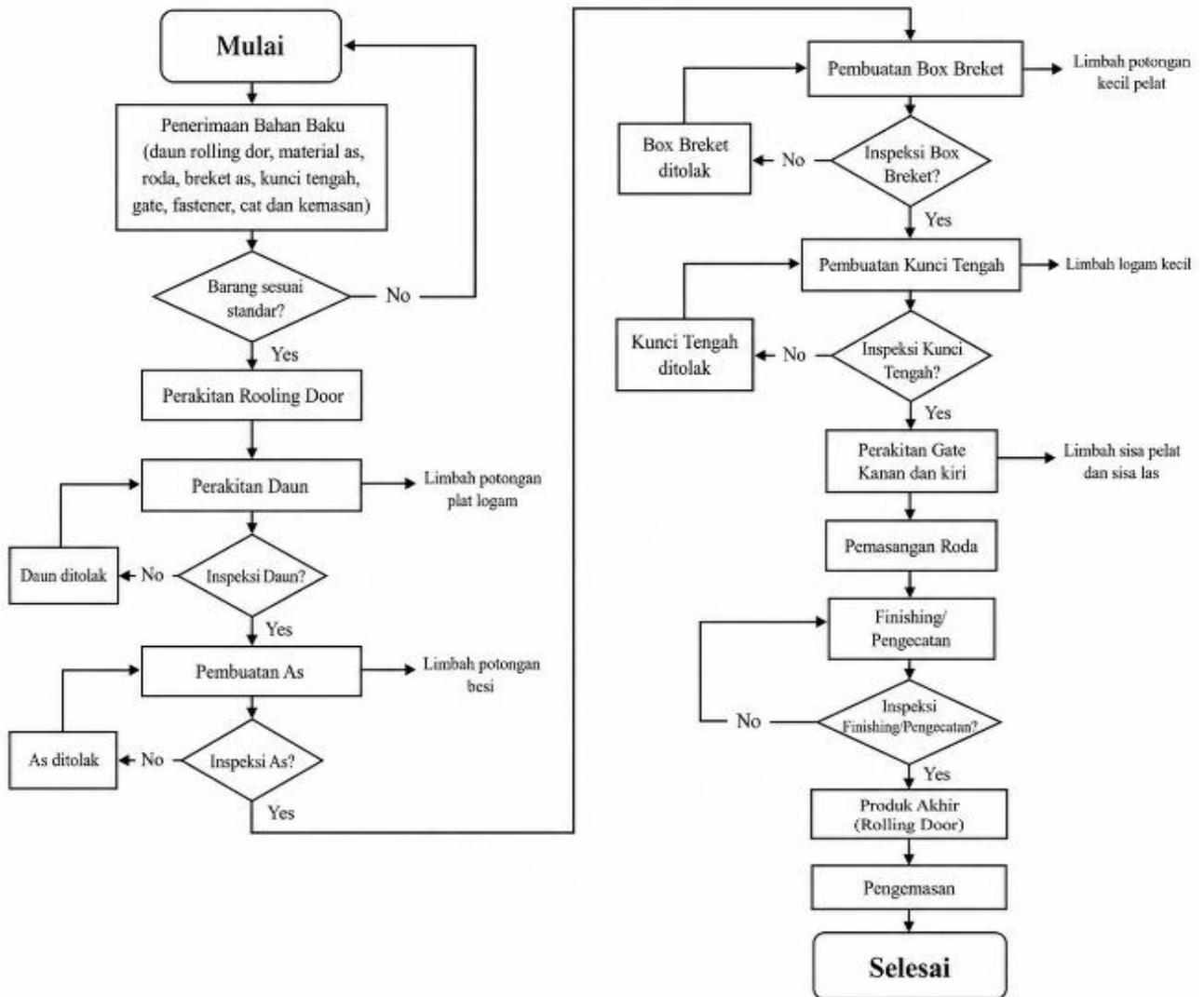
HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Produksi dan Neraca Massa *Rolling Door*

Proses produksi *rolling door* di UMKM BS terdiri atas beberapa tahapan yang dapat dilihat pada Gambar 3. Pada gambar ditunjukkan diagram alir proses produksi *rolling door* mulai dari penerimaan bahan baku hingga proses pengepakan produk akhir. Diagram disusun berdasarkan hasil observasi langsung di tempat usaha dan wawancara dengan pemilik usaha. Tujuan utama pembuatan diagram alir untuk memahami urutan kegiatan produksi, titik-titik pemeriksaan kualitas, serta tempat munculnya limbah pada setiap tahapan proses.

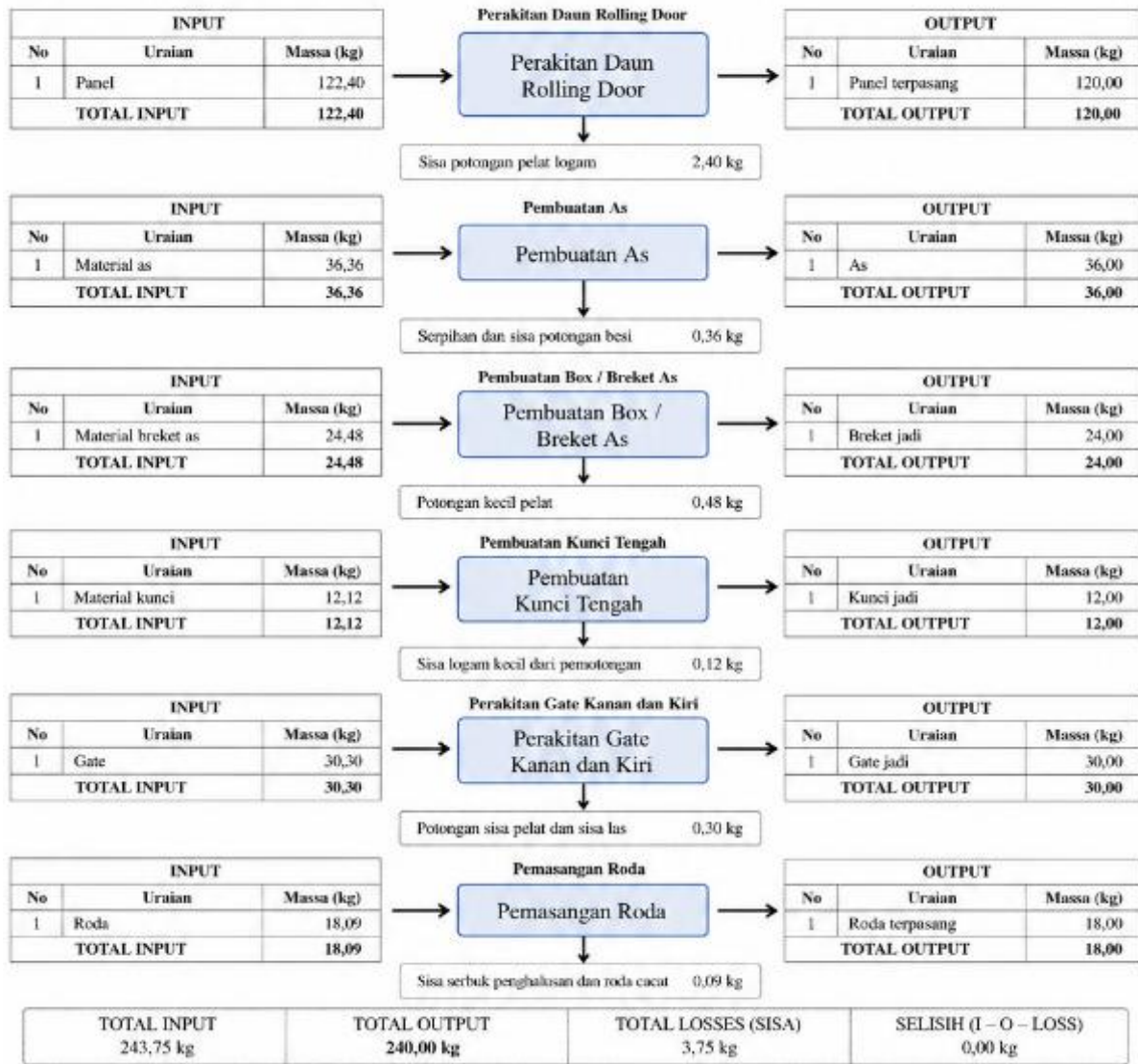
Proses dimulai dengan penerimaan bahan baku seperti daun *rolling door*, material as, roda, *bracket*, kunci tengah, *gate*, *fastener*, cat dan bahan kemasan. Setelah bahan baku diperiksa dan dinyatakan sesuai standar, proses dilanjutkan ke tahap perakitan komponen, pembuatan bagian pelengkap, pengelasan, pemasangan roda, serta proses *finishing* dan pengecatan. Setiap komponen melalui pemeriksaan kualitas untuk memastikan kualitasnya sesuai standar sebelum masuk ke tahap berikutnya.

Selain memberikan informasi mengenai alur proses, diagram ini juga menyoroti titik-titik munculnya limbah seperti sisa pelat logam, potongan besi dan sisa las. Secara lebih rinci, dilakukan penyusunan neraca massa masing-masing tahapan produksi untuk mengidentifikasi input-output secara kuantitatif (Gambar 4). Hal ini penting sebagai dasar untuk menganalisis peluang penerapan strategi produksi bersih. Dengan demikian, dapat dilakukan evaluasi terhadap potensi pengurangan limbah, peningkatan penggunaan bahan yang efisien dan pengoptimalan seluruh proses kerja.



Gambar 3. Diagram Alir Proses Produksi *Rolling door*

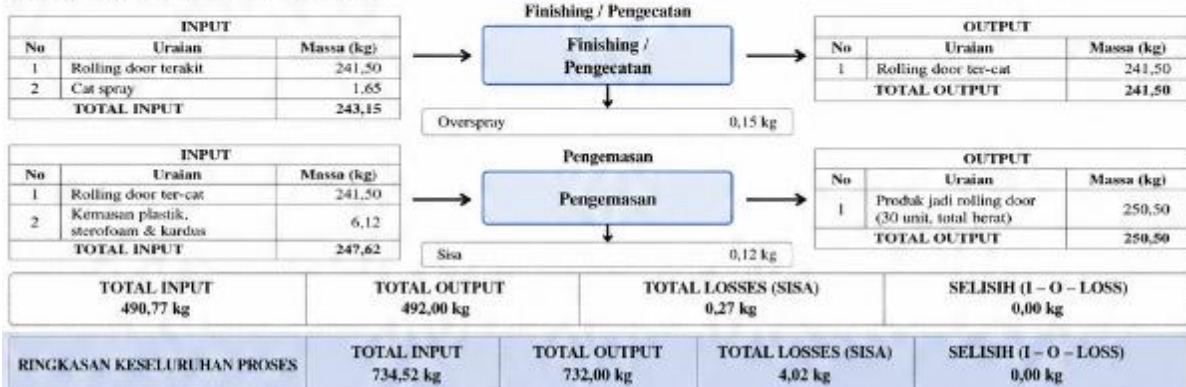
1. PROSES 1: FABRIKASI / PEMBENTUKAN KOMPONEN



2. PROSES 2: PERAKITAN AKHIR / ASSEMBLY



3. PROSES 3: FINISHING DAN PACKING



RINGKASAN KESELURUHAN PROSES	TOTAL INPUT	TOTAL OUTPUT	TOTAL LOSSES (SISA)	SELISIH (I - O - LOSS)
	734,52 kg	732,00 kg	4,02 kg	0,00 kg

Gambar 4. Neraca Massa Produksi Rolling Door

Neraca massa disusun untuk menggambarkan hubungan antara jumlah bahan baku yang masuk, produk yang dihasilkan, serta limbah atau sisa bahan yang keluar dari proses produksi [11]. Berdasarkan hasil observasi, bahan baku utama yang digunakan meliputi daun *rolling door*, as, roda, bracket, kunci tengah, cat, serta bahan kemasan. Selama proses perakitan dan *finishing*, sebagian bahan mengalami penyusutan dalam bentuk sisa potongan logam, serpihan besi dan limbah cat. Melalui penyusunan neraca massa ini, dapat diketahui bahwa tidak seluruh bahan baku berubah menjadi produk jadi, melainkan sebagian menjadi sisa produksi yang masih memiliki potensi untuk dimanfaatkan kembali, seperti *scrap* aluminium dan besi. Dengan demikian, neraca massa berfungsi untuk mengidentifikasi efisiensi penggunaan bahan baku, memetakan sumber limbah di setiap tahap proses, serta menjadi dasar dalam penerapan konsep produksi bersih agar bahan yang terbuang dapat diminimalkan dan efisiensi sumber daya dapat ditingkatkan [12].

Hasil Quick Scan

Prosedur audit *quick scan* dilaksanakan melalui observasi langsung dan wawancara dengan pekerja dan pemilik UMKM. Gambar 5 menunjukkan proses audit dan kondisi di UMKM BS. Secara umum, hasil *quick scan* menunjukkan bahwa konsep produksi bersih (*cleaner production*) belum diterapkan. Hal ini sejalan dengan informasi bahwa produksi bersih memiliki tingkat penerapan yang rendah di usaha kecil dan menengah (UKM) yang disebabkan oleh hambatan seperti kurangnya sumber daya, pengambilan keputusan yang terkonsentrasi oleh pemilik dan kurangnya kepemimpinan [13].

Kebijakan Lingkungan

Berdasarkan wawancara, UMKM BS yang memproduksi *rolling door* belum memiliki kebijakan lingkungan resmi atau SOP tertulis. Pelaku usaha dan para pekerja hanya menjaga kebersihan area kerja saja, sehingga penerapan konsep produksi bersih dalam kebijakan masih dalam tahap dasar.

Area Produksi

Area produksi cukup sempit. Alat dan bahan disusun secara manual tanpa sistem tanda visual.

Manajemen Energi

Energi yang digunakan berasal dari listrik untuk mesin las, gerinda, serta alat produksi lainnya. Belum ada pencatatan penggunaan energi maupun sistem pemantauan.

Perlindungan Bahaya Kerja

Belum ada inspeksi alat secara rutin. Perbaikan dilakukan setelah terjadi kerusakan. Peralatan berpotensi menyebabkan bahaya seperti percikan api dan luka potong.

Pencegahan Kecelakaan

Penggunaan alat pelindung diri (APD) belum konsisten, terutama saat melakukan pengelasan. Tidak tersedia APAR atau prosedur tanggap darurat. Pelatihan keselamatan kerja hanya diberikan secara lisan oleh pemilik.

Penanganan Material

Material disimpan di gudang kecil tanpa label khusus. Sistem penyimpanan belum mengikuti standar dan belum ada sistem inventori sederhana.

Pengangkutan dan Distribusi

Produk dikirim langsung ke pelanggan dan dianggap efisien karena sistem *make-to-order*. Risiko penumpukan barang jadi juga terbatas.

Produksi dan Output

Kapasitas produksi mencapai 20–30 unit per bulan sesuai dengan pesanan. Alur produksi sudah berjalan stabil meskipun belum terdokumentasi dalam SOP resmi.

Persediaan dan Penyimpanan

Penyimpanan dilakukan di gudang pusat dan cabang kecil. Pengaturannya masih manual.

Identifikasi dan Analisis Opsi Produksi Bersih

Setelah mendapatkan nilai input, output dan produk di setiap tahapan produksi, jenis limbah yang dihasilkan serta cara pengolahannya selama ini, yang diperoleh dari proses wawancara dengan metode *quick scan* keseluruhan proses produksi, maka dapat dilakukan penyusunan opsi penerapan produksi bersih yang bisa diterapkan untuk memaksimalkan pemanfaatan limbah yang ada dan mengurangi pembentukan limbah baru. Tabel 1 menunjukkan rekomendasi opsi produksi bersih yang dapat diterapkan di UMKM BS.



Gambar 5. Proses Observasi dan Wawancara (*Quick Scan Audit*) di UMKM BS

Tabel 1. Rekomendasi Opsi Produksi Bersih di UMKM BS

Masalah	Opsi Produksi Bersih
Limbah logam & besi dari proses pemotongan	Mengoptimalkan pola pemotongan dan memisahkan <i>scrap</i> untuk <i>reuse</i> atau daur ulang internal dan memisahkan potongan logam berdasarkan jenis (Al, Fe) dan memanfaatkan ulang untuk pelatihan atau komponen kecil.
Limbah cair	Menggunakan pelumas secukupnya untuk mengurangi limbah cair, membuat <i>oil trap</i> sederhana dan <i>reuse</i> air hasil filtrasi untuk pencucian ulang.
Sisa cat & <i>thinner</i>	Menggunakan cat berbasis air (<i>water-based paint</i>), cat lama dikeringkan sebelum dibuang, menyimpan sisa cat di wadah tertutup dan menggunakan kembali bila masih layak, serta menyediakan ventilasi alami di area pengecatan.
Konsumsi energi tinggi (alat bor, las, gerinda)	Menerapkan sistem “matikan alat <i>idle</i> ” saat tidak digunakan, mengganti alat ke tipe hemat energi (<i>brushless motor</i>), menggunakan pencahayaan dan ventilasi alami di siang hari, serta mencatat konsumsi listrik bulanan untuk evaluasi.
APD belum digunakan	Mewajibkan penggunaan APD (masker, sarung tangan, kaca mata las) memasang poster keselamatan dan jalur evakuasi sederhana, menyediakan APAR dan jadwal pengecekan.
Tidak ada pencatatan konsumsi energi & bahan baku	Mencatat <i>log sheet</i> harian/bulanan untuk bahan baku, energi, dan limbah.
Belum ada kebijakan lingkungan formal	Menyusun SOP sederhana untuk limbah, energi, dan keselamatan, mengadakan pelatihan rutin 3 bulan sekali, menempelkan poster “produksi bersih” di area kerja.

Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui rincian permasalahan dan usulan opsi produksi bersih. Berdasarkan hasil identifikasi proses produksi dan analisis *quick scan*, ditemukan beberapa permasalahan utama yang berpotensi menimbulkan limbah dan inefisiensi operasional. Oleh karena itu, disusun alternatif opsi produksi bersih yang dapat diterapkan untuk meningkatkan efisiensi sumber daya, mengurangi dampak lingkungan, serta memperbaiki aspek keselamatan kerja. Penyusunan rekomendasi opsi produksi bersih dilaksanakan berdasarkan hasil diskusi dan studi literatur, sesuai hierarki teknik produksi bersih yang memprioritaskan aksi mulai dari pengurangan timbulnya limbah dari sumbernya (*source reduction*) [7]. Berdasarkan hal tersebut, Tabel 2 menyajikan

teknik atau strategi produksi bersih beserta opsi masing-masing penerapannya.

Tabel 2. Strategi Produksi Bersih

Strategi/Teknik	Opsi Produksi Bersih
<i>Good Housekeeping</i> (GH)	1. Mewajibkan penggunaan APD
	2. Menerapkan sistem “matikan alat <i>idle</i> ”
	3. Menyusun SOP sederhana lingkungan & K3
	4. Mencatat <i>log sheet</i> bahan baku, energi, limbah
	5. Menggunakan pelumas secukupnya
<i>Better Process Control</i> (BPC)	1. Mengoptimalkan pola pemotongan besi dan memisahkan <i>scrap</i> untuk <i>reuse/recycle</i>

Strategi/Teknik	Opsi Produksi Bersih
Material Substitution (MS)	1. Menggunakan cat berbasis air (<i>water-based paint</i>)

Tabel 2 menunjukkan opsi produksi bersih yang telah diidentifikasi kemudian dikelompokkan ke dalam kategori strategi produksi bersih sesuai pendekatan UNEP. Pengelompokan ini bertujuan untuk memastikan setiap usulan memiliki dasar strategi yang jelas dan sejalan dengan prinsip peningkatan efisiensi proses. Opsi-opsi tersebut kemudian dievaluasi berdasarkan aspek teknis, ekonomi dan lingkungan untuk menentukan alternatif yang paling layak diterapkan dalam tahap implementasi produksi bersih.

Pada UMKM khususnya, teknik atau strategi produksi bersih yang direkomendasikan adalah yang memiliki tingkat investasi yang rendah dan mudah diterapkan yaitu dengan mengatur tata kelola yang baik (*good housekeeping*). Teknik ini tidak memerlukan perubahan teknologi dan proses sehingga diharapkan akan mudah diterapkan oleh perusahaan kecil menengah [4]. *Better process control* dan *material substitution* juga termasuk dalam teknik pengurangan limbah pada sumbernya yang bertujuan mengurangi timbulnya limbah dan toksisitas limbah yang digunakan melalui substitusi material yang lebih ramah lingkungan [7].

Analisis Kelayakan

Kelayakan adopsi teknologi, sistem, maupun modifikasi proses produksi *rolling door* berbasis produksi bersih perlu dianalisis dari aspek ekonomi agar dapat memberikan gambaran yang komprehensif mengenai potensi penerapannya.

Analisis kelayakan ekonomi ini didasarkan pada besarnya investasi yang diperlukan, terutama dalam pengelolaan serta penanganan limbah dan produk samping yang dihasilkan. Uji kelayakan dilakukan untuk menilai sejauh mana alternatif penerapan produksi bersih tersebut layak diterapkan secara ekonomis. Hasil analisis ini dapat menjadi dasar bagi perusahaan dalam menentukan prioritas penerapan strategi produksi bersih berdasarkan potensi keuntungan ekonomi, atau bahkan dalam mengimplementasikan seluruh peluang perbaikan yang teridentifikasi [14].

Tabel 3 menunjukkan hasil analisis kelayakan ekonomi dari berbagai alternatif penerapan produksi bersih pada proses produksi *rolling door*. Analisis ini mencakup besarnya investasi awal yang diperlukan, keuntungan yang dihasilkan, nilai *Benefit-Cost Ratio* (B/C Ratio), waktu pengembalian modal (*Payback Period*), serta kelayakan masing-masing opsi.

Berdasarkan hasil perhitungan, opsi penerapan SOP sederhana merupakan alternatif paling layak dengan nilai B/C Ratio sebesar 5,71 dan *payback period* hanya 0,14 tahun yang berarti setiap satu rupiah biaya yang dikeluarkan dapat memberikan manfaat sebesar Rp5,71 dengan waktu pengembalian investasi kurang dari dua bulan. Kategori praktik operasi yang baik mengacu pada perubahan dalam prosedur operasi, pemeliharaan dan manajemen untuk menghilangkan pemborosan dan emisi [15]. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan SOP sederhana berperan dalam peningkatan efisiensi dan memberikan dampak ekonomi yang sangat signifikan dengan modal investasi yang kecil.

Tabel 3. Hasil Analisis Kelayakan Finansial Penerapan Opsi Produksi Bersih

No	Opsi Produk Bersih	Investasi Awal	Keuntungan	B/C Ratio	Payback Period (Tahun)	Keterangan
1	SOP sederhana	Rp860.000	Rp69.818.080	5,71	0,14	Layak
2	Penggunaan cat berbasis air (<i>water-based paint</i>)	Rp12.300.000	Rp54.048.000	2,70	2,16	Layak
3	Mewajibkan penggunaan APD Pencatatan <i>log sheet</i>	Rp840.000	Rp42.460.800	2,48	0,23	Layak
4	harian/bulanan untuk bahan baku, energi, dan limbah.	Rp290.000	Rp20.662.000	2,45	0,16	Layak
5	Penerapan sistem “matikan alat <i>idle</i> ”	Rp240.000	Rp3.426.600	1,47	0,76	Layak
6	Optimalisasi pola pemotongan dan memisahkan <i>scrap</i>	Rp2.080.000	Rp1.316.100	1,04	8,56	Layak
7	Penggunaan pelumas secukupnya	Rp1.000.000	-Rp5.289.340	0,42	-2,71	Tidak Layak

Selanjutnya, penggunaan cat berbasis air (*water-based paint*) juga termasuk dalam kategori layak dengan nilai B/C Ratio sebesar 2,70 dan waktu pengembalian investasi 2,16 tahun. Meskipun memerlukan investasi yang relatif besar yaitu Rp12.300.000, opsi ini tetap memberikan keuntungan yang cukup tinggi dan mendukung pengurangan emisi serta pencemaran lingkungan.

Penerapan wajib penggunaan alat pelindung diri (APD) menghasilkan B/C Ratio sebesar 2,48 dengan *payback period* 0,23 tahun, sehingga dinilai layak karena dapat meningkatkan keselamatan kerja sekaligus memberikan manfaat ekonomi yang cukup besar. Hal ini sejalan dengan informasi yang menyatakan bahwa penerapan APD berpotensi mengurangi biaya akibat kecelakaan kerja [7].

Opsi pencatatan *log sheet* harian atau bulanan untuk bahan baku, energi, dan limbah juga terbukti efisien dengan nilai B/C Ratio sebesar 2,45 dan *payback period* hanya 0,16 tahun. Investasi yang dibutuhkan relatif kecil namun mampu memberikan keuntungan signifikan, sehingga layak dijadikan prioritas dalam penerapan produksi bersih. Penerapan sistem “matikan alat *idle*” memiliki nilai B/C Ratio sebesar 1,47 dan *payback period* 0,76 tahun, yang berarti masih tergolong layak karena dapat menghemat energi dan biaya operasional meskipun keuntungan yang diperoleh tidak sebesar opsi lainnya. Sementara itu, optimalisasi pola pemotongan dan pemisahan *scrap* memiliki B/C Ratio 1,04 dengan *payback period* cukup lama yaitu 8,56 tahun. Meskipun secara ekonomi masih dinyatakan layak karena nilai B/C sedikit di atas satu, efektivitasnya tergolong rendah mengingat waktu pengembalian investasi yang panjang.

Berbeda dengan opsi lainnya, penggunaan pelumas secukupnya dinilai tidak layak untuk diterapkan. Hal ini ditunjukkan oleh nilai B/C Ratio sebesar 0,42 dan *payback period* negatif (-2,71 tahun), yang berarti penerapan opsi ini justru menimbulkan kerugian finansial sebesar Rp5.289.340. Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa enam dari tujuh opsi produksi bersih dinyatakan layak diterapkan, dengan prioritas utama pada penerapan SOP sederhana, penggunaan cat berbasis air, penggunaan APD, dan *log sheet* harian/bulanan.

Opsi-opsi tersebut tidak hanya menguntungkan secara ekonomi tetapi juga mendukung efisiensi sumber daya dan peningkatan kinerja lingkungan pada proses produksi *rolling door*.

Selain menganalisis aspek kelayakan finansial, pengambilan keputusan terhadap opsi produksi bersih juga dapat dilakukan dengan mempertimbangkan aspek teknologi dan dampak lingkungan melalui pendekatan metode perbandingan eksponensial (MPE) [3] [16] atau *analytical hierarchy process* (AHP) [17]. Secara lebih lanjut, perlu dilakukan evaluasi penerapan strategi produksi bersih menggunakan pendekatan *life cycle assessment* (LCA) sehingga dapat terlihat penurunan dampak lingkungan dan emisinya secara keseluruhan [8].

Kesadaran dan peran aktif dari pelaku usaha dan karyawan juga turut menentukan keberhasilan penerapan strategi produksi bersih [16]. Faktor keberhasilan lain dalam penerapan produksi bersih adalah komunikasi yang efektif [18], baik pada pekerja maupun konsumen. Dalam agenda produksi bersih yang lebih luas, iklan ramah lingkungan dapat meningkatkan pemahaman dan adopsi konsumen terhadap produk berkelanjutan, sehingga mendukung sistem produksi dan konsumsi yang berdampak rendah [18]. Bagi UMKM yang berupaya mematuhi standar keberlanjutan dan memperoleh keunggulan kompetitif yang berkelanjutan, pemasaran hijau (*green marketing*) dan produksi yang lebih bersih (*cleaner production*) menjadi semakin penting [19]. Hal ini dapat meningkatkan daya saing produk dan citra UMKM di mata publik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap proses produksi *rolling door* di UMKM BS, dapat disimpulkan bahwa kegiatan produksi masih memiliki peluang besar untuk peningkatan efisiensi melalui penerapan konsep produksi bersih. Hasil identifikasi melalui diagram alir dan neraca massa menunjukkan adanya pemborosan bahan serta timbulan limbah dari proses pemotongan, pengelasan dan pengecatan. Penerapan strategi produksi bersih seperti optimalisasi pola pemotongan logam, penggunaan cat berbasis air, kewajiban penggunaan APD, serta penyusunan SOP sederhana dianggap layak secara ekonomi dan teknis. Opsi-opsi tersebut tidak hanya mampu mengurangi limbah dan konsumsi energi, tetapi juga meningkatkan keselamatan kerja dan produktivitas karyawan. Selain opsi penerapan produksi bersih, komunikasi yang efektif pada pekerja dan konsumen menjadi faktor yang mendukung keberhasilan produksi bersih di UMKM. Secara keseluruhan, implementasi produksi bersih di UMKM BS

berpotensi menjadikan perusahaan lebih efisien, ramah lingkungan, kompetitif, sekaligus memberikan contoh penerapan keberlanjutan yang dapat diadopsi oleh UMKM sejenis. Saran terhadap penelitian selanjutnya agar dilakukan evaluasi hasil penerapan strategi produksi bersih menggunakan pendekatan LCA dan penentuan prioritas strategi dengan *Multi-Criteria Decision Making*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Yolanda and U. Hasanah, "Peran usaha mikro, kecil dan menengah (UMKM) dalam pengembangan ekonomi Indonesia," *J. Manaj. dan Bisnis*, vol. 2, no. 3, pp. 170–186, 2024, doi: <https://doi.org/10.36490/jmdb.v2i3.1147>.
- [2] J.-L. Li and K. Hammer, "Life Cycle Assessment (LCA) of Overhead Door Sectional and Rolling Doors," 2025. [Online]. Available: https://transparencycatalog.com/assets/uploads/pdf/SM_OHD_LCA_report_public_2025.pdf
- [3] A. Ismayana, T. Puspaningrum, M. U. Putri, and N. S. Indrasti, "Kajian implementasi peluang produksi bersih pada industri kertas sack kraft pt x implementation study of cleaner production opportunities in sack kraft paper industry pt x," *J. Teknol. Ind. Pertan.*, vol. 32, no. 1, pp. 74–83, 2022, doi: <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2022.32.1.74>.
- [4] N. S. Indrasti and A. M. Fauzi, *Produksi Bersih*. Bogor: IPB Press, 2009.
- [5] B. F. Giannetti, F. Agostinho, J. J. C. Eras, Z. Yang, and C. M. V. B. Almeida, "Cleaner production for achieving the sustainable development goals," *J. Clean. Prod.*, p. 122127, 2020, doi: [10.1016/j.jclepro.2020.122127](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122127).
- [6] Z. Lv *et al.*, "Innovative approaches to holistic cleaner production audit in the automotive manufacturing industry," *Clean. Manuf.*, vol. 1, no. 1, p. 100002, 2026, doi: [10.1016/j.clman.2026.100002](https://doi.org/10.1016/j.clman.2026.100002).
- [7] S. M. El-Haggar, "Chapter 2-Cleaner Production," in *Sustainable Industrial Design and Waste Management*, Academic Press, 2007, pp. 21–84. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-012373623-9/50004-6>.
- [8] Y. Zhang, K. Liang, J. Li, C. Zhao, and D. Qu, "LCA as a Decision Support Tool for Evaluating Cleaner Production Schemes in Iron Making Industry," *Environ. Prog. Sustain. Energy*, vol. 35, no. 1, pp. 195–203, 2016, doi: <https://doi.org/10.1002/ep.12208>.
- [9] A. F. Tanjung and A. F. Siregar, "Analisis Nilai Ekonomi dan Kelayakan Berbasis Skala Usahatani Padi Sawah di Kecamatan Panai Hulu Analysis of Economic Value And Feasibility Based on the Scale of Rice Business in Panai Hulu District," *J. Galung Trop.*, vol. 11, no. 1, pp. 97–105, 2022, doi: <https://doi.org/10.31850/jgt.v11i1.864>.
- [10] T. B. Lumbantoruan, Rosyani, and M. Arisandi, "Kajian Penerapan Produksi Bersih pada PT. X Kota Jambi," *J. Teknol. Pertan.*, vol. 13, no. 2, pp. 72–81, 2024, doi: <https://doi.org/10.32520/jtp.v13i2.3674>.
- [11] N. Q. Zulfa and A. Siswahyu, "Penerapan Analisa Neraca Massa dan Energi untuk Meningkatkan Kualitas Pengecatan Rangka Badan Steel Sepeda Motor di PT XYZ," in *Prosiding Semnastek FT-UBJ*, 2024, pp. 1–8.
- [12] L. Hens, C. Block, C. Chamoro, H. Mendoza, D. Haeseldonckx, and C. Vandecasteele, "On the evolution of 'Cleaner Production' as a concept and a practice," *J. Clean. Prod.*, vol. 172, pp. 3323–3333, 2017, doi: [10.1016/j.jclepro.2017.11.082](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.082).
- [13] J. R. R. Nunes, J. E. A. R. da Silva, V. A. da S. Moris, and B. F. Giannetti, "Cleaner Production in small companies: proposal of a management methodology," *J. Cle.*, vol. 218, pp. 357–366, 2019, doi: [10.1016/j.jclepro.2019.01.219](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.219).
- [14] H. U. Azzahro, N. S. Indrasti, and A. Ismayana, "Penerapan Produksi Bersih Pada Industri Kelapa Sawit Di Pt Yz," *J. Teknol. Ind. Pertan.*, vol. 32, no. April, pp. 1–11, 2022, doi: [10.24961/j.tek.ind.pert.2022.32.1.1](https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2022.32.1.1).
- [15] T. de M. D. Borges, G. M. D. Ganga, M. G. Filho, I. Delai, and L. A. Santa-Eulalia, "Development and validation of a cleaner production measurement scale," *J. Clean. Prod.*, vol. 299, 2021, doi: [10.1016/j.jclepro.2021.126907](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126907).
- [16] A. T. Sirait, E. Noor, and A. Ismayana, "Penerapan Produksi Bersih untuk Meningkatkan Efisiensi Proses Pelapisan Logam," *J. Nat. Resour. Environ. Manag.*, vol. 9, no. 3, pp. 700–709, 2019, doi: <http://dx.doi.org/10.29244/jpsl.9.3.700-709>.
- [17] A. M. Fauzi and R. L. Defianisa, "Analysis for cleaner production implementation strategy in batik industry in Bogor," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2019. doi: [10.1088/1755-1315/325/1/012005](https://doi.org/10.1088/1755-1315/325/1/012005).
- [18] Y. Hu, "Communicating cleaner production : When AI or human creativity enables more effective green advertising," *J. Clean. Prod.*,

- vol. 561, no. March, pp. 1–16, 2026, doi: 10.1016/j.jclepro.2026.148293.
- [19] Y. Semlali, M. Elrayah, M. Sabri, Z. Rahma, and I. Bengana, “How Can Industrial SMEs Achieve Sustainability through Cleaner Production? Green Marketing ’ s Role as a Mediator,” *Sustainability*, vol. 16, no. 8629, pp. 1–25, 2024, doi: doi.org/10.3390/su16198629.