ANALISIS *ENVIRONMENTAL VALUE STREAM MAPPING* (EVSM) UNTUK IDENTIFIKASI *WASTE* DAN USULAN PENINGKATAN EFISIENSI BERBASIS *LEAN AND GREEN MANUFACTURING*

(Studi Kasus: IKM Djoen Leather)

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Program Studi Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Nama : Azizah Hariris Rachmawati
No. Mahasiswa : 20522303

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini dengan judul "Analisis *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM) Untuk Identifikasi *Waste* dan Usulan Peningkatan Efisiensi Berbasis *Lean and Green Manufacturing* (Studi Kasus: IKM Djoen Leather)" adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan say aini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 6 November 2025



Azizah Hariris Rachmawati

NIM 20522303

SURAT BUKTI PENELITIAN

Djoen Leather
HANDMADE

SURAT BUKTI PENELITIAN
DJOEN LEATHER
Alamat: Jl. Gilang Raya Timur No. RT 03, Bumiwetan, Baturetno, Kecamatan Banguntapan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55197
Website : www.djoenleather.id Email : djoennleather@gmail.com

SURAT KETERANGAN

Dengan ini IKM Djoen Leather menerangkan bahwa :

Nama	:	Azizah Hariris Rachmawati
NIM	:	20522303
Jurusan	:	Teknik Industri
Fakultas	:	Teknologi Industri
Universitas	:	Universitas Islam Indonesia

Yang bersangkutan di atas telah selesai melakukan penelitian guna keperluan penyusunan skripsi di IKM Djoen Leather. Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Bantul, 6 November 2025
Pemilik IKM Djoen Leather

Bapak Herjuno

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS *ENVIRONMENTAL VALUE STREAM MAPPING* (EVSM) UNTUK IDENTIFIKASI *WASTE* DAN USULAN PENINGKATAN EFISIENSI BERBASIS *LEAN AND GREEN MANUFACTURING* (STUDI KASUS: IKM DJOEN LEATHER)

TUGAS AKHIR

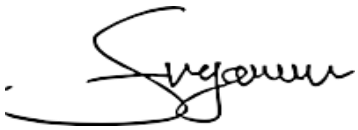
Disusun oleh :

Nama : Azizah Hariris Rachmawati

No. Mahasiswa : 20522303

Yogyakarta, 2 November 2025

Dosen Pembimbing



(Ir. Muchamad Sugarindra, S.T., M.T., IPM.)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

ANALISIS *ENVIRONMENTAL VALUE STREAM MAPPING* (EVSM) UNTUK IDENTIFIKASI *WASTE* DAN USULAN PENINGKATAN EFISIENSI BERBASIS *LEAN AND GREEN MANUFACTURING* (STUDI KASUS: IKM DJOEN LEATHER)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Azizah Hariris Rachmawati

No. Mahasiswa : 20522303

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 19 November 2025

Tim Penguji:

Ir. Muchamad Sugarindra, S.T., M.T., IPM. _____
Ketua

Joko Sulistio, S.T., M.Sc., M.T. _____
Anggota I

Ir. Bambang Suratno, S.T., M.T., Ph.D., IPM. _____
Anggota II

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T.,M.Sc.,Ph.D.,IPM

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk diri saya sendiri, kedua orang tua saya yang paling saya cintai Bapak Eka Gumanti Trirumiyanta dan Ibu Sri Suharti. serta kakak pertama saya Alfian Abdul Ghaffar, kakak kedua saya Adnan Abdussalam dan Pradhana Andita, serta adik saya Asman Ramadhani Hakim yang selalu memberikan dukungan baik dari materi dan mental serta do'a untuk menyelesaikan studi saya di Universitas Islam Indonesia dengan jurusan Teknik Industri.

MOTTO

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya. Dia mendapat (pahala) dari (kebajikan) yang dikerjakannya dan dia mendapat (siksa) dari (kejahatan) yang diperbuatnya."
(Q.S. Al-Baqarah : 286)

"Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan."
(Q.S. Al-Insyirah : 5-6)

"Hidup bukan saling mendahului, bermimpilah sendiri-sendiri. Tak ada yang tahu kapan kau mencapai tuju, dan percayalah bukan urusanmu untuk menjawab itu. Katakan pada dirimu, besok mungkin kita sampai, besok mungkin tercapai."
(Besok Mungkin Kita Sampai – Hindia)

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillaahirobbil'aalamiin, segala puji dan syukur penulis sampaikan kepada Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* karena atas berkat rahmat dan kemudahan yang diberikan oleh-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul "Analisis *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM) Untuk Identifikasi *Waste* dan Usulan Peningkatan Efisiensi Berbasis *Lean and Green Manufacturing* (Studi Kasus: IKM Djoen Leather)". Kegiatan ini sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana (S1) Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Tak lupa sholawat serta salam senantiasa penulis haturkan kepada Nabi Muhammad *Shallallahu 'Alaihi Wa Sallam* beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman yang telah berjuang dan membimbing kita dari zaman kegelapan menuju jalan yang terang benderang untuk menggapai ridho Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*. Selama penulisan laporan Tugas Akhir ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang selalu memberikan kekuatan, kesehatan, kemudahan, kelancaran dan segala hal baik selama kehidupan hingga saat ini.
2. Kedua orang tua serta keluarga penulis yang selalu mendoakan dan mendukung sehingga penulis dapat berjuang dan menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Bapak Prof. Dr.Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU, ASEAN.Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M. Sc., Ph.D., IPM selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.
6. Bapak Ir. Muchamad Sugarindra, S.T., M.T., IPM. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang sudah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, dukungan, motivasi, masukan, koreksi, dan saran hingga Tugas Akhir ini selesai.
7. IKM Djoen Leather yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas untuk memudahkan penulis dalam melaksanakan Tugas Akhir.
8. Bapak Herjuno selaku pemilik IKM Djoen Leather serta para pekerjanya yang telah membantu mendapatkan data untuk penulisan Tugas Akhir.
9. Sahabat- sahabat penulis yaitu Dini yang memberi dukungan dan membantu selama masa penulisan Tugas Akhir tanpa pamrih hingga sampai saat ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah memberikan dukungan dan doa kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan sehingga dapat membuat laporan ini menjadi lebih baik lagi serta dapat bermanfaat bagi pembaca ataupun penelitian selanjutnya. *Aamiin*.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 6 November 2025



Azizah Hariris Rachmawati
NIM 20522303

ABSTRAK

Industri Kecil dan Menengah (IKM) memiliki peran penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi nasional, namun sering menghadapi kendala efisiensi dalam proses produksinya. Penelitian ini dilakukan pada IKM Djoen Leather di Banguntapan, Yogyakarta, yang memproduksi berbagai jenis produk kulit. Permasalahan utama yang diidentifikasi adalah adanya *gap* antara target dan aktual produksi, serta aktivitas *rework* yang terjadi berulang pada proses perakitan dan penjahitan sehingga menimbulkan pemborosan biaya dan waktu. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pemborosan (*waste*) dari perspektif *Lean and Green Manufacturing* serta memberikan usulan perbaikan untuk meningkatkan efisiensi biaya dan kinerja lingkungan. Metode yang digunakan meliputi *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM), *Waste Assessment Model* (WAM), *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ), dan *Process Activity Mapping* (PAM), dengan dukungan prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) dan pendekatan *Kaizen*. Data diperoleh melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi proses produksi. Analisis dilakukan dengan membandingkan kondisi *existing* (*Current State* EVSM) dan rancangan perbaikan (*Future State* EVSM*)*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 7 jenis *waste* utama, dengan kategori dominan yaitu *waiting* akibat waktu pengeringan lem, *defect/rework* pada proses jahit, dan *green waste* (*scrap material)* pada proses pemotongan. Usulan perbaikan menghasilkan peningkatan efisiensi biaya produksi, penurunan *defect* dari 2-3% menjadi ±1%, serta pengurangan *rework* sebesar 50%. Dari aspek lingkungan, penerapan prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) berkontribusi terhadap penurunan limbah padat, konsumsi energi, dan penggunaan bahan kimia lem. Secara keseluruhan, penerapan *Lean and Green Manufacturing* melalui EVSM terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi biaya sekaligus mendukung keberlanjutan lingkungan pada proses produksi IKM Djoen Leather.

Kata kunci: *Environmental Value Stream Mapping, Lean and Green Manufacturing, Waste Assessment Model, 3R (Reduce, Reuse, Recycle), efisiensi biaya*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN ii
SURAT BUKTI PENELITIAN iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI v
HALAMAN PERSEMBAHAN vi
MOTTO vii
KATA PENGANTAR viii
ABSTRAK ix
DAFTAR ISI x
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR GAMBAR xiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 6
1.3 Pertanyaan Penelitian 6
1.4 Tujuan Penelitian 7
1.5 Manfaat Penelitian 7
1.6 Batasan Penelitian 7
1.7 Sistematika Penulisan 8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 10
2.1 Kajian Literatur 10
2.2 Landasan Teori 21
2.2.1 Konsep *Lean Manufacturing* 21
2.2.2 Konsep *Green Manufacturing* 22
2.2.3 Konsep *Lean and Green Manufacturing* 23
2.2.4 Prinsip 3R (*Reduce*, *Reuse*, *Recycle*) 24
2.2.5 Pemborosan (*Waste*) 25
2.2.6 *Waste Assessment Model* (WAM) 26
2.2.7 *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM) 27
2.2.8 *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) 35
2.2.9 *Process Activity Mapping* (PAM) 36
2.2.10 *Root Cause Analysis* (RCA) 37
2.2.11 *Kaizen* 37
BAB III METODE PENELITIAN 39
3.1 Objek Penelitian 39
3.2 Subjek Penelitian 39
3.3 Sumber Data 39
3.4 Metode Pengumpulan Data 40
3.5 Diagram Alur Penelitian 41
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA 45
4.1 Pengumpulan Data 45
4.1.1 Profil IKM Djoen Leather 45
4.1.2 Hasil Produk 46
4.1.3 Proses Produksi 50
4.1.4 Tata Letak Produksi (*Layout*) 59
4.1.5 Jam Kerja 60

4.1.6 Data Produksi 61
4.1.7 Waktu Proses Produksi 61
4.2 Pengolahan Data 69
4.2.1 *Current State* EVSM dan PAM 69
4.2.2 Identifikasi *Waste* 78
4.2.3 *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) 89
4.2.4 *Root Cause Analysis* (RCA) 91
4.2.5 Usulan perbaikan *Kaizen* & Prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) 92
4.2.6 *Future State* EVSM dan PAM 98
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 103
5.1 Analisis Jenis dan Sumber *Waste* 103
5.2 Analisis Nilai Aktivitas (VA, NNVA, NVA) 104
5.3 Efisiensi Proses Sebelum dan Sesudah Perbaikan 105
5.4 Perbandingan *Current* dan *Future State* (PAM dan EVSM) 106
5.4.1 Perbandingan *Current* vs *Future* PAM 106
5.4.2 Perbandingan Current *vs Future* EVSM 107
5.5 Dampak Usulan Perbaikan terhadap *Lead Time*, Kapasitas Produksi, dan Lingkungan 107
5.5.1 Dampak terhadap *Lead Time* 108
5.5.2 Dampak terhadap Kapasitas Produksi 108
5.5.3 Dampak terhadap Aspek Lingkungan 109
BAB VI PENUTUP 111
6.1 Kesimpulan 111
6.2 Saran 112
DAFTAR PUSTAKA 113
LAMPIRAN 3-A-1

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 2 *State of art* 17
Tabel 2. 1 *VSM Symbols* 30
Tabel 4. 1 Data Waktu Produksi 60
Tabel 4. 2 Data Produksi 61
Tabel 4. 3 Daftar Proses Produksi, Aktivitas, dan Kode Aktivitas 62
Tabel 4. 4 Hasil Uji Kecukupan Data 63
Tabel 4. 5 Hasil Uji Keseragaman Data 65
Tabel 4. 6 Kode Proses Produksi 67
Tabel 4. 7 Hasil Pengukuran Waktu Proses Produksi (satuan: detik) 67
Tabel 4. 8 Rincian Tabel *Lead Time* (satuan: detik) 68
Tabel 4. 9 Operator Setiap Proses/Unit Produksi 69
Tabel 4. 10 Material Proses Produksi 71
Tabel 4. 11 *Process Activity Mapping* (PAM) 73
Tabel 4. 12 Total Waktu 78
Tabel 4. 13 Kuesioner *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) 79
Tabel 4. 14 Hasil Penilaian WAQ per Aktivitas Produksi 80
Tabel 4. 15 Tabel WAM 82
Tabel 4.16 Hasil Pembobotan *Lean Waste* 84
Tabel 4.17 Hasil Pembobotan *Green Waste* 85
Tabel 4. 18 Hasil Penilaian WRM 88
Tabel 4. 19 Bobot Kriteria 89
Tabel 4.20 Penilaian Alternatif Alat Analisis 90
Tabel 4.21 Skor Akhir Penilaian Alternatif Alat Analisis 90
Tabel 4. 22 Usulan Perbaikan 93
Tabel 4. 23 *Future* PAM 100
Tabel 5. 1 Tabel Perbandingan *Current vs Future* PAM 106
Tabel 5. 2 Tabel Perbandingan *Current* vs *Future* EVSM 107
Tabel 5. 3 Dampak Terhadap *Lead Time* 108
Tabel 5. 4 Dampak Terhadap Kapasitas Produksi 108
Tabel 5. 5 Dampak Terhadap Aspek Lingkungan 109

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Pertumbuhan Industri Kulit di Indonesia (2011-2025) 2
Gambar 1. 2. Grafik Produksi Tahun 2024-2025 4
Gambar 2. 1 filosofi *lean and green manufacturing* 23
Gambar 3. 1 Alur Penelitian 41
Gambar 4. 1 Lokasi IKM Djoen Leather 45
Gambar 4. 2 Toko IKM Djoen Leather 46
Gambar 4. 3 Tas Ransel (*Backpack*) 47
Gambar 4. 4 *Totebag* 47
Gambar 4. 5 *Slingbag* 48
Gambar 4. 6 *Pouch* 48
Gambar 4. 7 *Handle bag* 49
Gambar 4. 8 *Clutch bag* 49
Gambar 4. 9 *Hobo bag* 49
Gambar 4. 10 Alur Proses Produksi Tas 50
Gambar 4. 11 Inventori/Gudang Penyimpanan 51
Gambar 4. 12 Tempat Penyimpanan di Ruang Produksi 52
Gambar 4. 13 Rak Penyimpanan Bahan Pendukung 52
Gambar 4. 14 Tempat Penyimpanan Ruang *Sample* 53
Gambar 4. 15 Ruang *Sample* 54
Gambar 4. 16 Pengerjaan *Sample* Tas Kulit 54
Gambar 4. 17 Proses Pemotongan Kulit dan Kain 55
Gambar 4. 18 Proses *Emboss* Logo 56
Gambar 4. 19 Proses Pelapisan Lem Pada Tahap Perakitan Produk Tas Kulit 56
Gambar 4. 20 Lem Rajawali 57
Gambar 4. 21 Proses Penjahitan Tas Kulit Menggunakan Mesin Jahit 58
Gambar 4. 22 Proses *Finishing* 59
Gambar 4. 23 Tata Letak Produksi IKM Djoen Leather 59
Gambar 4. 24 Pemetaan Current State EVSM 70
Gambar 4. 30 *Rack System* 96
Gambar 4. 31 Pemetaan *Future State* EVSM 99

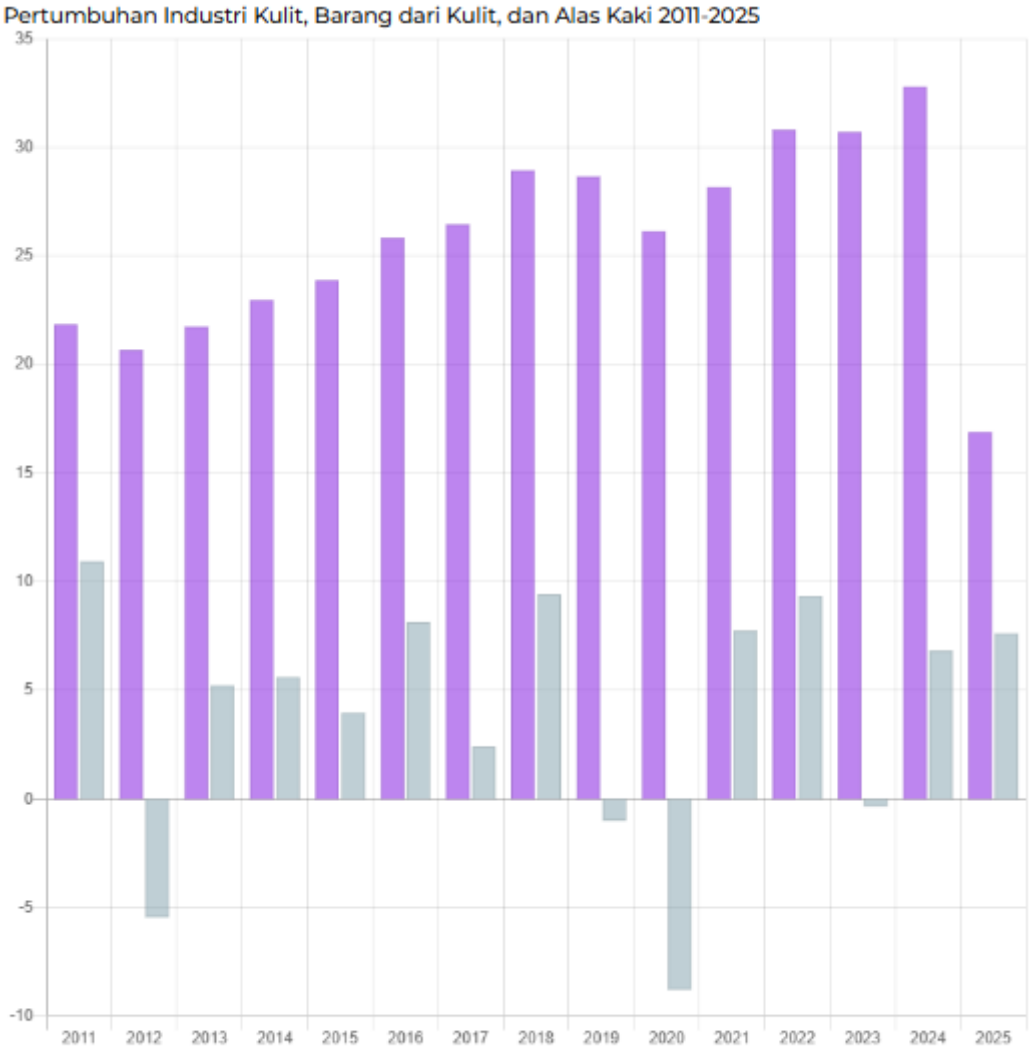
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri Kecil dan Menengah (IKM) merupakan salah satu sektor industri yang dapat dijadikan tumpuan untuk menciptakan iklim kewirausahaan yang dapat menyerap tenaga kerja (Tasya et al., 2022). Badan Pusat Statistik (BPS) mendefinisikan Industri Kecil dan Menengah (IKM) yaitu industri kecil, yaitu suatu kegiatan ekonomi yang melakukan kegiatan mengubah barang dasar menjadi barang jadi/setengah jadi dan atau barang yang kurang nilainya menjadi barang yang lebih tinggi nilainya, yang memiliki tenaga kerja sebanyak 5-19 orang, dan industri menengah, yaitu suatu kegiatan ekonomi yang melakukan kegiatan mengubah barang dasar menjadi barang jadi/setengah jadi dan atau barang yang kurang nilainya menjadi barang yang lebih tinggi nilainya, yang memiliki jumlah tenaga kerja sebanyak 20-99 orang (Ratnasari & Kirwani, 2015). Menurut Kementerian Pariwisata dan Ekonomi Kreatif, subsektor *fashion* menyumbang hingga 17,6 % dari total nilai ekonomi kreatif pada 2022, dengan devisa ekspor mencapai USD 16,47 miliar dan mampu menyerap sekitar 25 juta tenaga kerja**,** sekitar 17 % dari total tenaga kerja ekonomi kreatif (Natsir, 2024). Hal ini menandakan bahwa IKM di sektor *fashion* memiliki peranan strategis dalam mendorong pertumbuhan ekonomi dan peningkatan daya saing produk Indonesia di pasar domestik maupun internasional. Berdasarkan data dari Badan Pengembangan dan Percepatan Industri Persepatuan Indonesia (BPIPI) melalui Data Center Kemenperin (BPIPI Kemenperin, 2025), industri kulit, barang dari kulit, dan alas kaki di Indonesia menunjukkan pertumbuhan yang konsisten dari tahun ke tahun. Grafik pada Gambar 1.1 memperlihatkan bahwa meskipun sempat mengalami kontraksi pada masa pandemi (2020–2021), sektor ini kembali bangkit dan menjadi salah satu penyumbang pertumbuhan positif dalam industri pengolahan non-migas nasional. Tren ini menegaskan bahwa industri alas kaki dan produk kulit memiliki potensi besar untuk terus dikembangkan, terutama dalam skala Industri Kecil dan Menengah (IKM).

.



Gambar 1. 1 Pertumbuhan Industri Kulit di Indonesia (2011-2025)

Industri kulit sebagai bagian dari sektor tekstil merupakan salah satu subsektor yang memiliki potensi besar dalam pengembangan IKM. Industri kulit tidak hanya menghasilkan produk *fashion* berkualitas tinggi, tetapi juga mampu menciptakan nilai tambah yang signifikan melalui inovasi desain dan pengolahan bahan baku. Pada 2024, ekspor kulit dan produk kulit Indonesia tercatat mencapai USD 4,6 miliar, meningkat sekitar 8% dibandingkan tahun sebelumnya (Kemenparekraf, 2024). Serta dari angka tersebut produk alas kaki mendominasi dengan nilai ekspor sebesar USD 3,1 miliar atau 69% dari total ekspor lalu diikuti oleh produk tas dan barang sejenis berbahan kulit yang menyumbang USD 1,1 miliar atau sekitar 25,6% (Kemenperin, 2025). Pemerintah Indonesia memasukkan industri produk kulit dan alas kaki sebagai salah satu prioritas nasional. Indonesia menempati posisi kelima sebagai eksportir

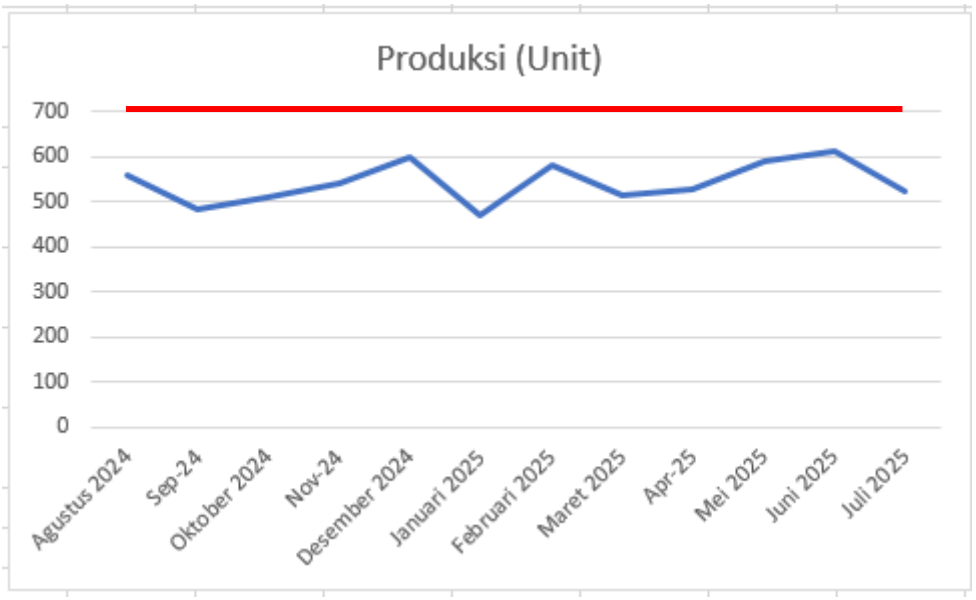
produk kulit dan alas kaki di dunia, menguasai 4,4% pangsa pasar global (W. N. Nasution & Mulatsih, 2019). Keberhasilan ini menunjukkan bahwa pengembangan industri kulit memiliki kontribusi besar dalam mendukung pertumbuhan ekonomi nasional.

Industri Kecil Menengah (IKM) memiliki peranan penting dalam menopang perekonomian Indonesia. Salah satu sektor IKM yang berkembang signifikan adalah industri kerajinan kulit yang tersebar di berbagai daerah. Di Daerah Istimewa Yogyakarta, banyak IKM yang bergerak dalam bidang kerajinan berbahan kulit, tidak hanya terkonsentrasi di Keparakan, Manding, Bantul, tetapi juga tersebar di wilayah lain seperti Banguntapan. Salah satu IKM yang berkembang di wilayah ini adalah Djoen Leather, yang berlokasi di Jl. Gilang Raya Timur No. RT 03, Bumiwetan, Baturetno, Banguntapan Yogyakarta. IKM Djoen Leather memproduksi berbagai jenis produk kulit serta menjadi salah satu produsen dengan kapasitas produksi dan omset yang cukup tinggi di wilayah tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa IKM kulit Yogyakarta memiliki peranan penting dalam pembangunan ekonomi daerah serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat setempat.

Djoen Leather merupakan IKM yang bergerak di bidang kerajinan kulit dengan produk kulit premium seperti tas, dompet, sabuk, *card holder*, dan aksesoris kulit lainnya, dengan bahan baku berkualitas tinggi seperti kulit sapi *Pull Up* dan ritsleting YKK. Kulit sapi *Pull Up* termasuk jenis *full-grain leather* yang kuat, awet, dan menampilkan karakter alami yang semakin indah seiring waktu, sedangkan ritsleting YKK dikenal secara global karena presisi tinggi, ketahanan, serta konsistensi kualitasnya dalam industri produk kulit premium. Berdiri sejak tahun 2015, IKM ini telah menunjukkan perkembangan yang pesat dengan produk-produknya yang tidak hanya dipasarkan secara domestik, tetapi juga telah menembus pasar International dan menunjukkan kemampuan perusahaan dalam menghasilkan produk yang kompetitif di tingkat global, antara lain Amerika, Vietnam, Korea, Belanda, dan Taiwan. Proses produksi dilakukan secara *in-house* oleh tim yang terdiri dari 28 orang tenaga kerja, yang terbagi ke dalam beberapa bagian seperti pemilik usaha, bagian keuangan, admin produksi, admin toko, *marketing*, desain, pemotongan, perakitan, penjahitan, *finishing*, *quality control*, dan pengemasan. Setiap bulannya, IKM ini mampu memproduksi sekitar 500-1000unit tas kulit. Selain itu, mereka juga memproduksi produk berukuran kecil, seperti dompet, gantungan kunci, *cardholder*, *lanyard*, sabuk, dan akessoris lainnya.

Dibalik produktivitas tersebut, IKM ini masih menghadapi tantangan dalam hal efisiensi proses produksi. Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak pengelola, salah satu kendala yang

dihadapi adalah adanya gap antara target produksi dan kondisi aktualnya. Dengan target produksi 700 pcs dan aktualnya hanya 600 pcs saja. Berdasarkan data produksi selama setahun terakhir (Agustus 2024 hingga Juli 2025), terlihat bahwa *output* produksi selalu berada di bawah target 700 pcs per bulan dan menunjukkan pola ketidakstabilan, seperti pada Gambar 1.2. Kondisi ini mengindikasikan adanya permasalahan dalam aliran proses produksi yang berpotensi menimbulkan aktivitas tidak bernilai tambah (*waste*).



Gambar 1. 2. Grafik Produksi Tahun 2024-2025

Kondisi ini menunjukkan bahwa peningkatan efisiensi perlu dikaji tidak hanya dari sisi produktivitas, tetapi juga dari perspektif *Green Manufacturing* yang menekankan efisiensi penggunaan sumber daya serta pengurangan dampak lingkungan. Namun, dalam konteks saat ini efisiensi proses saja belum cukup. Produksi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan menjadi isu penting dalam industri modern, termasuk bagi pelaku IKM. Oleh karena itu, pendekatan *Lean and Green Manufacturing* menjadi relevan karena tidak hanya fokus pada pengurangan pemborosan (*waste*), tetapi juga meminimalkan dampak lingkungan yang ditimbulkan dari proses produksi. *Lean Manufacturing* menjelaskan bahwa keterlambatan produksi, cacat produk, pergerakan operator yang tidak efisien, dan kelebihan persediaan merupakan bentuk *waste* yang dapat menurunkan produktivitas dan menambah beban biaya (Siagian et al., 2025). Sementara itu, pendekatan *Green Manufacturing* menekankan pentingnya mengurangi dampak lingkungan seperti limbah padat, emisi bahan kimia, dan konsumsi energi. Ketika kedua pendekatan ini digabungkan, lahirlah konsep *Lean and Green Manufacturing*, yang tidak hanya menghilangkan pemborosan proses namun juga

mempertimbangkan dampak lingkungan dalam setiap aktivitas produksi (Wurjaningrum, 2024).

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM), yang tidak hanya memetakan aliran proses dan aktivitas yang tidak bernilai tambah, tetapi juga mengidentifikasi konsumsi energi, limbah bahan, penggunaan bahan kimia, menghitung potensi penghematan biaya, dan peluang penerapan prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) di setiap tahap produksi. Akan tetapi, penerapan EVSM pada industri skala kecil, khususnya pada sektor kerajinan kulit, masih jarang dilakukan sehingga menimbulkan *research gap* terkait bagaimana EVSM dapat digunakan untuk mengidentifikasi *process waste* dan *green waste* secara bersamaan pada industri berskala IKM (Nurwahidah et al., 2022). Beberapa metode analisis dalam penerapan *Lean and Green Manufacturing* di Djoen Leather yaitu dengan langkah awal dilakukannya identifikasi pemborosan menggunakan *Waste Assessment Model* (WAM) yang digunakan untuk mengidentifikasi jenis-jenis pemborosan yang terjadi di IKM Djoen Leather, terdiri dari *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) untuk mengukur intensitas terjadinya *waste* pada setiap jenisnya dan *Waste Relationship Matrix* (WRM) yang memetakan hubungan antar *waste* (Irawan & Fitriani, 2024). Selain itu, pemetaan aktivitas proses dilakukan menggunakan *Process Activity Mapping* (PAM) yang memetakan aktivitas produksi dan mengklasifikasikan aktivitas yang bernilai tambah, perlu tetapi tidak bernilai tambah, dan tidak bernilai tambah, sehingga dapat mengidentifikasi area pemborosan secara detail (Mukti & Alfaritsy, 2024). Kemudian *Current State EVSM* untuk melihat aliran nilai (*value added*), aktivitas yang perlu (*necessary non-value added*), serta aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value added*), sekaligus mengidentifikasi konsumsi energi, penggunaan bahan, dan potensi limbah pada setiap tahap produksi (Ansyah & Kustiwan, 2025).

Untuk menganalisis lebih mendalam akar penyebab pemborosan dan masalah proses, digunakan *Root Cause Analysis* (RCA), yang merupakan pendekatan sistematis untuk menelusuri faktor-faktor penyebab utama permasalahan, baik dari sisi operasional maupun lingkungan (Issue & Almuhari, 2025). Berdasarkan temuan ini, dilakukan perumusan strategi perbaikan melalui pendekatan Kaizen dan penerapan Prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) untuk meminimalkan limbah serta meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan produksi (Sari et al., 2025).

Dengan memanfaatkan pendekatan EVSM, IKM Djoen Leather dapat mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan secara menyeluruh, baik dari sisi operasional maupun lingkungan.

Hasil dari pemetaan ini diharapkan dapat memberikan gambaran kondisi saat ini (*current state*), mengungkap potensi pemborosan dan dampak lingkungannya, serta menyusun usulan perbaikan proses produksi yang lebih efisien dan berkelanjutan. Dengan demikian, implementasi *lean and green manufacturing* tidak hanya akan mendorong peningkatan efisiensi dan kualitas produk, tetapi juga mendukung keberlanjutan lingkungan dan pemberdayaan tenaga kerja lokal serta pengembangan ekonomi kreatif di Yogyakarta yang menjadi salah satu destinasi industri kulit terkemuka di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Proses produksi pada IKM Djoen Leather masih menunjukkan berbagai aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, seperti tingginya waktu tunggu pada proses perakitan, ketidakteraturan aliran kerja yang menyebabkan pergerakan operator tidak efisien, serta munculnya *defect* yang menimbulkan kebutuhan *rework.* Selain itu, proses produksi juga menghasilkan *green waste* seperti *scrap* kulit, sisa lem berbasis *solvent*, serta konsumsi energi yang belum terukur secara optimal. Berbagai bentuk pemborosan ini menyebabkan fluktuasi produksi bulanan yang selalu berada di bawah target, meningkatnya *lead time,* bertambahnya biaya operasional, serta munculnya dampak lingkungan yang tidak diinginkan. Kondisi ini menunjukkan bahwa IKM belum memiliki metode pemetaan proses yang mampu mengindentifikasi *process waste* dan *green waste* secara terintegrasi. Di sisi lain, penelitian terdahulu cenderung hanya berfokus pada identifikasi *waste* dari aspek *lean* tanpa mempertimbangkan dampak lingkungan secara simultan. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pemetaan aliran nilai yang mampu mengintegrasikan aspek *lean and green* untuk mengidentifikasi pemborosan secara komprehensif serta merumuskan usulan perbaikan yang tepat.

1.3 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dalam penelitian, maka dibuat pertanyaan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Apa saja aktivitas *non-value added* (*waste*) dari perspektif *Lean and Green Manufacturing* yang terjadi dalam proses produksi IKM Djoen Leather?
2. Bagaimana dampak pemborosan (*waste*) terhadap biaya dan lingkungan?
3. Bagaimana usulan perbaikan berdasarkan pendekatan *Lean and Green Manufacturing* dan prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*)?

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi aktivitas *non-value added* (*waste*) baik dari sisi efisiensi operasional maupun dampak lingkungan di IKM Djoen Leather.
2. Mengukur dampak pemborosan (*waste*) terhadap biaya dan lingkungan.
3. Memberikan rekomendasi perbaikan berbasis untuk meningkatkan efisiensi proses produksi berdasarkan pendekatan *Lean and Green Manufacturing* serta prinsip 3R.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Perusahaan

   Penelitian ini dapat membantu perusahaan dalam mengevaluasi alur proses produksi yang berjalan saat ini, mengidentifikasi pemborosan *(waste)* baik dari sisi efisiensi operasional maupun dampak lingkungan, serta memberikan usulan perbaikan proses berdasarkan pendekatan *Lean and Green Manufacturing.* Selain itu, pemetaan menggunakan Environmental Value Stream Mapping (EVSM) dan analisis berbasis prinsip 3R (*Reduce*, *Reuse*, *Recycle*) diharapkan dapat meningkatkan efisiensi sekaligus mendukung keberlanjutan lingkungan dalam proses produksi secara keseluruhan.

2. Bagi Mahasiswa

   Dengan penelitian ini, mahasiswa dapat mengaplikasikan keilmuan Teknik Industri yang diperoleh selama perkuliahan, khususnya dalam bidang sistem produksi, *Lean Thinking,* dan pendekatan *green production.* Mahasiswa juga memperoleh pengalaman praktis dalam menerapkan metode EVSM dan prinsip 3R secara langsung pada proses industri nyata, serta memperluas pemahaman mengenai penerapan integrasi *Lean and Green* dalam sektor IKM.

1.6 Batasan Penelitian

Berikut merupakan batasan penelitian agar permasalahan yang dibahas tidak terlalu luas dan tetap fokus pada tujuan penelitian:

1. Penelitian ini dilakukan di IKM Djoen Leather yang berlokasi di Banguntapan, Yogyakarta.
2. Analisis dibatasi pada proses produksi internal, mulai dari penerimaan bahan baku hingga proses *finishing* produk.

3. Penelitian difokuskan pada identifikasi pemborosan (*waste*) dan potensi perbaikan proses menggunakan pendekatan *Lean and Green Manufacturing* dengan metode *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM) dan analisis berbasis prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*).
4. Pengambilan data dilakukan pada bulan Juli-September 2025 melalui wawancara, observasi langsung, dan dokumentasi di IKM Djoen Leather.

1.7 Sistematika Penulisan

Penggunaan sistematika penulisan laporan digunakan untuk mempermudah dalam pembuatan tugas akhir. Sistematika penulisan laporan yang digunakan mengacu pada buku penulisan tugas akhir yang telah ditetapkan oleh Prodi Teknik Industri. Sistematika penulisan skripsi ini disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

BAB I pendahuluan mendeskripsikan secara umum mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan laporan Tugas Akhir.

BAB II KAJIAN LITERATUR

BAB II kajian literatur membahas mengenai kajian literatur deduktif yang merupakan teori-teori yang akan digunakan dalam penulisan tugas akhir dan kajian literatur induktif yang merupakan penjabaran dari penelitian-penelitian dahulu yang sesuai dengan topik tugas akhir penulis.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

BAB III metode penelitian menjelaskan mengenai objek penelitian, data yang digunakan dan tahapan yang telah dilakukan dalam penelitian secara ringkas dan jelas.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

BAB IV pengumpulan dan pengolahan data berisi tentang data-data yang telah didapat pada saat penelitian dan berisi tentang proses pengolahan data yang telah didapat hingga mendapatkan hasil dari pengolahan data. Sedangkan hasil pengolahan data dapat berupa tabel ataupun grafik. Bab ini merupakan acuan terhadap bab berikutnya.

BAB V PEMBAHASAN

BAB V ini berisi pembahasan mengenai hasil yang telah didapat dari pengolahan data pada bab sebelumnya.

BAB VI PENUTUP

BAB VI penutup ini merupakan bab terakhir yang berisi kesimpulan dari pembahasan yang menjawab rumusan masalah yang ada dan berisi saran yang merupakan usulan-usulan yang dapat diberikan kepada perusahaan maupun peneliti selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Penelitian terdahulu merupakan kajian terhadap berbagai hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lain yang memiliki keterkaitan dengan topik atau permasalahan yang sedang diteliti. Kajian ini bertujuan untuk memperoleh gambaran mengenai perkembangan keilmuan, metodologi yang telah diterapkan, serta hasil yang telah dicapai dalam bidang kajian tertentu. Penulis memperoleh 15 jurnal ilmiah melalui penelusuran literatur pada database jurnal nasional dan internasional dengan menggunakan kata kunci yang berkaitan dengan *lean manufacturing, green manufacturing,* dan *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM), serta dilakukan penyaringan berdasarkan kesesuaian topik dan tahun publikasi.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Parwati et al., (2023) dengan judul "Pendekatan *Lean Manufacturing* dengan *Value Stream Mapping* dan *Kaizen* Pada Proses Produksi Tas Kulit" di PT. Mandiri Jogja Internasional menjelaskan bahwa proses produksi yang berjalan masih mengandung berbagai pemborosan, seperti bahan baku yang berserakan, waktu tunggu penjahitan, serta penumpukan bahan yang belum digunakan. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Lean Manufacturing* dengan metode *Value Stream Mapping* (VSM), *Kaizen,* dan penerapan 5S untuk meminimasi *waste*. Hasil analisis menunjukkan bahwa jenis pemborosan yang paling dominan adalah *overprocessing*, disusul oleh *transportation, waiting*, dan *defect*. Dari hasil pengukuran, aktivitas *value added* memiliki persentase sebesar 46%, sementara *non-value added* mencapai 29,10%, dan *necessary but non-value added* sebesar 22,53%, yang mengindikasikan perlunya perbaikan proses untuk meningkatkan efisiensi operasional.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Hakim (2024) dengan judul "Meminimalisir *Waste* Pada Proses Produksi Sarung Tangan di CV. XYZ Menggunakan *Lean Manufacture*" menjelaskan bahwa permasalahan pemborosan waktu dalam proses produksi, yang dianalisis menggunakan metode *Value Stream Mapping* (VSM), *Process Activity Mapping*, dan *fishbone diagram*. Fokus identifikasi *waste* difokuskan pada *defect*, *overprocessing,* dan *motion*. Hasil analisis menunjukkan bahwa *defect* merupakan pemborosan paling dominan dengan bobot 22%, diikuti oleh *overprocessing* sebesar 17% dan *motion* sebesar 15%. Sebelum perbaikan,

persentase aktivitas *value added* (VA) sebesar 53%, *non-value added* (NVA) sebesar 34%, dan *necessary non-value added* (NNVA) sebesar 13%. Setelah dilakukan perbaikan berupa penataan ulang tata letak dan penerapan SOP, terjadi peningkatan efisiensi: VA meningkat menjadi 75%, NVA turun menjadi 6%, dan NNVA menjadi 19%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan prinsip *lean* secara sistematis mampu mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi proses secara signifikan.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Yusuf (2025) dengan judul "*Value Stream Maintenance Mapping (VSMM) and Root Cause Analysis (RCA) in Enhancing Machine Reliability in the Bottled Water Industry*". Penelitian ini menjelaskan bahwa penerapan *Root Cause Analysis* (RCA) dalam konteks *lean manufacturing* berperan penting dalam mengidentifikasi penyebab utama terjadinya ketidakefisienan proses, khususnya yang berkaitan dengan downtime dan rendahnya keandalan mesin produksi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan efisiensi proses dan keandalan mesin melalui identifikasi akar penyebab permasalahan yang terjadi pada sistem produksi air minum dalam kemasan. Metode yang digunakan meliputi *Value Stream Maintenance Mapping* (VSMM) untuk memetakan aktivitas perawatan mesin, serta *Root Cause Analysis* (RCA) untuk menelusuri hubungan sebab-akibat dari permasalahan yang menyebabkan gangguan proses produksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar ketidakefisienan disebabkan oleh faktor metode perawatan yang tidak terstandarisasi, kurangnya jadwal pemeliharaan preventif, serta keterbatasan kompetensi operator. Sebagai solusi, penelitian ini mengusulkan perbaikan sistem perawatan mesin berbasis lean melalui standardisasi prosedur perawatan dan penerapan tindakan korektif berdasarkan hasil RCA. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa penerapan usulan perbaikan tersebut mampu meningkatkan keandalan mesin serta mengurangi gangguan proses produksi secara signifikan.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Imtinan & Cahyaputri (2024) dengan judul "*Waste Identification Using the Value Stream Mapping* (VSM) *Method on the* PT. XYZ *Transparent Bar Soap Production Line*" menjelaskan bahwa proses produksi di PT XYZ, perusahaan manufaktur kosmetik yang telah berdiri lebih dari 15 tahun, masih menghadapi berbagai permasalahan berupa pemborosan (*waste*) dalam lini produksi sabun transparan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi jenis-jenis *waste* yang terjadi dan memberikan usulan perbaikan. Metode yang digunakan adalah *Value Stream Mapping* (VSM) dengan teknik pengumpulan data melalui wawancara dan observasi langsung. Hasil penelitian

menunjukkan bahwa pemborosan yang ditemukan meliputi *transportation*, *waiting*, dan *defects*, yang disebabkan oleh berbagai faktor seperti manusia, metode, mesin, proses, dan lingkungan. Usulan perbaikan yang diajukan mencakup pelatihan penggunaan mesin *sealing*, penerapan budaya 5R, pengecekan bahan baku secara rutin, optimalisasi mesin pemotong, serta pemantauan berkala terhadap produk dan aktivitas karyawan. Setelah perbaikan dilakukan, waktu produksi menurun dari 4.102 menit dengan *lead time* 39,89 menit menjadi 2.581,36 menit dengan *lead time* 26,29 menit, yang menunjukkan adanya peningkatan efisiensi dalam proses produksi.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Prayugo & Zhong (2021) dengan judul "*Green Productivity: Waste Reduction with Green Value Stream Mapping. A Case Study of Leather Production*" di PT. Rajapaksi Adya Perkasa, Jawa Timur, Indonesia dijelaskan bahwa penerapan *Green Value Stream Mapping* (GVSM) mampu mengidentifikasi dan mengurangi berbagai jenis limbah produksi pada industri sepatu kulit. Penelitian ini menghitung indikator ekonomi (biaya produksi, *output*, penjualan) dan indikator lingkungan (*solid waste*, gas *waste*, konsumsi air, energi, transportasi, emisi, serta biodiversitas) untuk mengetahui nilai *green productivity index* (GPI). Hasilnya, nilai GPI meningkat dari 1,12 pada kondisi awal menjadi 1,81 pada kondisi *future state*, yang menunjukkan perbaikan signifikan baik dari sisi produktivitas maupun dampak lingkungan. Temuan ini menegaskan bahwa GVSM efektif sebagai strategi *lean and green manufacturing* dalam meningkatkan efisiensi sekaligus mendukung keberlanjutan industri.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Fathliana Retno Ningrum (2020) dengan judul "Identifikasi *Waste* Produksi Jersey Melalui Penerapan *Lean Manufacturing* Dengan Menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM) (Studi Kasus Ssco Sport Apparel Ciamis)" menjelaskan bahwa perusahaan yang bergerak di bidang konveksi pakaian olahraga, mengidentifikasi adanya pemborosan (*waste*) dalam proses produksi jersey, terutama berupa produk cacat. Penelitian ini menggunakan pendekatan *lean manufacturing* dengan metode *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Process Activity Mapping* (PAM) untuk mengidentifikasi aktivitas yang tidak bernilai tambah. Seluruh *waste* yang ditemukan dikelompokkan ke dalam kategori *seven waste* dan dianalisis menggunakan *Waste Assessment Model* (WAM), dimana *defect* muncul sebagai *waste* paling dominan dengan persentase 21,09%. Selanjutnya, analisis akar penyebab dilakukan menggunakan *diagram Ishikawa*, dan dihasilkan beberapa usulan

perbaikan seperti pengawasan operator, pelatihan, pemeliharaan preventif, inspeksi material, penyusunan SOP tertulis, serta penempatan tempat sampah di setiap proses. Usulan ini kemudian divisualisasikan dalam bentuk *Future State VSM* sebagai prediksi alur proses yang lebih efisien. Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan *lean* dengan kombinasi metode analisis yang tepat dapat membantu IKM dalam meminimalkan *waste* dan meningkatkan produktivitas secara menyeluruh.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Khunaifi et al., (2022) dengan judul "Implementasi *Lean Manufacturing* untuk Meminimasi Pemborosan (*Waste*) Menggunakan Metode *Value Stream Mapping* di PT. Pura Barutama" menjelaskan tentang salah satu perusahaan percetakan kertas terbesar di Indonesia, bertujuan untuk mengidentifikasi aktivitas tidak bernilai tambah dalam proses produksi selongsong rokok. Meskipun perusahaan telah menerapkan penyederhanaan proses untuk menjaga efisiensi, masih ditemukan aktivitas yang mengakibatkan pemborosan (*waste*). Penelitian ini menggunakan pendekatan *lean manufacturing* dengan metode *Process Activity Mapping* (PAM) untuk mengklasifikasikan aktivitas produksi. Hasil analisis menunjukkan terdapat 21 aktivitas, yang terdiri dari 6 operasi, 1 transportasi, 2 inspeksi, 11 penyimpanan, dan 2 keterlambatan. Dari sisi nilai tambah, aktivitas diklasifikasikan menjadi 8 aktivitas bernilai tambah (VA), 2 aktivitas tidak bernilai tambah (NVA), dan 11 aktivitas yang perlu tetapi tidak memberikan nilai tambah secara langsung (NNVA). Rekomendasi perbaikan yang diajukan mencakup pengecekan dan perawatan mesin secara rutin, peningkatan keterampilan operator, serta perbaikan *layout* penyimpanan untuk meminimalkan pemborosan dan meningkatkan efisiensi proses produksi.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Iskandar & Singgih (2023) dengan judul "*Lean and Green Value Stream Mapping: Case Study of an East Java Furniture Factory*" di sebuah pabrik furnitur di Jawa Timur menjelaskan bahwa penerapan *Green Value Stream Mapping* (GVSM) mampu mengidentifikasi aktivitas pemborosan dalam proses produksi, seperti waktu tunggu pengeringan cat yang terlalu lama (2–3 hari), konsumsi listrik yang berlebih, serta limbah berupa serbuk kayu, sisa cat, dan potongan kayu. Melalui analisis ini ditemukan peluang pengurangan waktu siklus, misalnya pada proses pengecatan 1 dapat dipangkas 124 detik dan pengecatan 2 hingga 427 detik, serta pengurangan jumlah operasi sebanyak 4 unit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggabungan prinsip lean dan green tidak hanya

meningkatkan efisiensi produksi, tetapi juga berdampak positif terhadap keberlanjutan lingkungan dengan menekan limbah energi dan material.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Fatinnisa & Saifuddin (2024) dengan judul "*Analysis Of Value Stream Mapping (VSM) in the Application of Lean Manufacturing to Minimize Waste at PT. Karya Indah Medika*" menjelaskan bahwa pendekatan *Lean Manufacturing* dapat digunakan untuk meminimalkan pemborosan dalam proses produksi di PT. Karya Indah Medika, perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur alat kesehatan. Pemborosan yang terjadi di antaranya adalah gerakan yang tidak perlu dan produk cacat. Dengan menggunakan metode *Value Stream Mapping* (VSM), penelitian ini memetakan seluruh proses produksi dan berhasil menunjukkan pengurangan waktu produksi dari 17 jam 18 menit menjadi 1 jam 55 menit. Berdasarkan *analisis Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), ditemukan bahwa penyebab utama pemborosan berasal dari pekerja yang terburu-buru sehingga kurang teliti (RPN 294), kekurangan bahan produksi, penempatan alat yang tidak sesuai kebutuhan produksi, serta area gudang yang tidak memadai (RPN 216). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perbaikan proses produksi dengan pendekatan lean dapat meningkatkan efisiensi waktu secara signifikan.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Woldemicael et al., (2024) dengan judul "*Enhancing Operation Efficiency of Leather Manufacturing Industry through Hybrid of Value Stream Mapping and Discrete Event Simulation*" di sebuah perusahaan industri kulit menjelaskan bahwa metode *Value Stream Mapping* (VSM) tradisional memiliki keterbatasan karena hanya memberikan gambaran statis, sehingga penelitian ini mengombinasikan VSM dengan *Discrete Event Simulation* (DES) untuk meningkatkan efisiensi operasional. Studi kasus menemukan permasalahan berupa *work-in-progress inventory*, proses yang tidak perlu, waktu tunggu lama, dan *lead time* yang panjang. Dengan analisis matriks produk, pengamatan langsung (*Gemba walk*), dan kajian laporan, dilakukan pemetaan kondisi saat ini yang menghasilkan data lead time total 14,67 hari dengan rasio *value added* hanya 0,54%. Hasil simulasi menunjukkan potensi perbaikan melalui skenario alternatif yang mencakup penerapan 5S, supermarket, dan penyesuaian *layout*, sehingga diperoleh peningkatan efisiensi operasional sebesar 8,16%, pengurangan waktu *non-value added* sebesar 42,9%, pemangkasan *lead time* hingga 42,72%, serta peningkatan rasio *value added* sebesar 55,56%.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Afriandi (2023) dengan judul "Penerapan *Lean Manufacturing* Menggunakan Metode *Waste Assessment Model* (WAM) Untuk Mengurangi *Waste* Pada Lini Produksi *Steel Structure*" menjelaskan bahwa pada PT. Gerbang Saranabaja, sebuah perusahaan di bidang industri fabrikasi dan konstruksi baja, yang menghadapi pemborosan dalam proses produksi akibat karakteristik *engineer-to-order*. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi *waste* kritis menggunakan metode *Waste Assessment Model* (WAM), menganalisis akar penyebabnya dengan *Root Cause Analysis*, serta memberikan rekomendasi perbaikan melalui analisis 5W+1H. Hasil penelitian menunjukkan tiga *waste* kritis, yaitu *motion* (nilai akhir 0,00387), *defect* (0,00354), dan *inventory* (0,00345). Penyebab utama *waste* tersebut meliputi kurangnya koordinasi tim, tata letak area kerja yang belum optimal, rendahnya kesadaran kualitas kerja, perencanaan kapasitas yang kurang tepat, serta *line balancing* yang belum optimal. Rekomendasi yang diajukan meliputi peningkatan koordinasi tim, evaluasi dan perbaikan tata letak, pelatihan untuk meningkatkan kualitas kerja, peninjauan ulang perencanaan kapasitas produksi, dan optimalisasi *line balancing* di area produksi.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Budihardjo & Hadipuro (2022) dengan judul "*Green Value Stream Mapping: A Tool For Increasing Green Productivity (The Case of PT. NIC)*" di PT. NIC Semarang, menjelaskan bahwa penerapan *Green Value Stream Mapping* (GVSM) dapat meningkatkan produktivitas sekaligus kinerja lingkungan perusahaan. Penelitian ini menggunakan kombinasi data sekunder dan *Focus Group Discussion* (FGD) dengan melibatkan staf produksi untuk mencari ide perbaikan konsumsi listrik, LPG, dan air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan *Future State* GVSM mampu menurunkan konsumsi listrik sebesar 51,4%, LPG sebesar 24,42%, dan air sebesar 60% dibandingkan kondisi awal. Studi ini juga menemukan bahwa penerapan GVSM di industri makanan perlu disesuaikan agar tidak memengaruhi kualitas produk akhir, serta FGD terbukti efektif dalam menghasilkan ide perbaikan dan meningkatkan komitmen karyawan untuk melaksanakan perbaikan. Kesimpulan penelitian ini adalah bahwa GVSM dapat meningkatkan *green productivity*, yaitu efisiensi biaya produksi sekaligus pengurangan dampak lingkungan, dengan catatan penerapan harus berkelanjutan dan disesuaikan dengan karakteristik industri yang diteliti.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh (FARIN & Ir. Wangi Pandan Sari, 2025) yang berjudul "Analisis *Waste* dan Dampak Lingkungan pada Proses Produksi Roti Menggunakan Pendekatan *Lean* dan *Green Manufacturing*" menjelaskan bahwa untuk mengidentifikasi dan menganalisis akar penyebab dari pemborosan (*waste*) yang berdampak terhadap lingkungan selama proses produksi roti, khususnya pada produk Roti Fit O. Metode yang digunakan meliputi *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) dengan *Process Activity Mapping* (PAM), *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM), kuesioner, dan wawancara. Hasil analisis menunjukkan keberadaan *lean waste* seperti produk *defect*, *waiting* (antrian pengemasan dan keterlambatan bahan baku), serta *transportation* akibat *layout* produksi yang kurang efisien. Sementara itu, *green waste* yang diidentifikasi mencakup limbah padat/*garbage*, penggunaan energi yang tidak efisien, material yang sulit didaur ulang, dan kesalahan dalam titik pengantaran bahan baku. Berdasarkan metode AHP, prioritas perbaikan difokuskan pada limbah padat dan energi. Melalui *fishbone* diagram, akar masalah ditelusuri berasal dari kelalaian pekerja, keterampilan yang kurang, *layout* produksi yang tidak optimal, serta minimnya perawatan oven. Rekomendasi perbaikan yang diajukan meliputi pelatihan pekerja, pemerataan beban kerja, perubahan *layout*, serta pemanfaatan kembali atau penjualan limbah kemasan bahan baku. Penelitian ini menegaskan pentingnya sinergi antara *lean* dan *green* dalam mengeliminasi pemborosan serta menurunkan dampak lingkungan.

Penelitian berikutnya dilakukan oleh Kurnia & Setiawan (2022) dengan judul "Integrasi *Lean* dan *Green Manufacturing* Untuk mengurangi Pemborosan Proses dan Limbah Kertas Rekrutmen Karyawan Pada Industri Manufaktur di Indonesia" menjelaskan tentang integrasi *Lean Manufacturing* dan *Green Manufacturing* dalam proses rekrutmen pada industri manufaktur Pro Audio (PA). Berbeda dari kebanyakan penelitian yang berfokus pada proses produksi, penelitian ini menunjukkan bahwa prinsip *lean* dan *green* juga dapat diterapkan pada proses administratif, seperti perekrutan tenaga kerja. Fokus utama penelitian ini adalah untuk mengurangi *lead time* (LT) dan *process time* (PT) dalam proses rekrutmen, sekaligus mengeliminasi limbah kertas yang berkontribusi terhadap pencemaran lingkungan. Sebelum perbaikan dilakukan, proses rekrutmen menghasilkan LT selama 17,9 hari dan PT sebesar 76,21 jam, serta menghasilkan limbah kertas mencapai 191,6 kg per bulan dari dokumen lamaran. Setelah dilakukan integrasi *lean* dan *green*, hasil penelitian menunjukkan bahwa LT menurun menjadi 16,4 hari atau turun sebesar 8,37%, sedangkan PT berkurang menjadi 74,20 jam (penurunan 2,63%). Yang paling signifikan adalah penghapusan total limbah kertas dari proses

rekrutmen, dari 191,6 kg per bulan menjadi 0 kg. Hal ini dilakukan dengan digitalisasi dokumen dan eliminasi proses yang tidak bernilai tambah, sehingga proses menjadi lebih efisien dan ramah lingkungan. Penelitian ini menegaskan bahwa konsep *green manufacturing* tidak terbatas pada proses produksi saja, melainkan dapat diterapkan lebih luas untuk mendukung keberlanjutan di seluruh proses bisnis perusahaan. Penerapan ini secara langsung memberikan dampak positif terhadap lingkungan serta meningkatkan efisiensi proses secara menyeluruh, sekaligus mendorong perubahan budaya organisasi menuju digitalisasi dan kesadaran lingkungan.

Kemudian penelitian selanjutnya dilakukan oleh (Su, 2024) yang berjudul "*Simulation and EVSM-based Lean Line Improvement*" yang memperkenalkan metode *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM) sebagai pengembangan dari *Value Stream Mapping* (VSM) tradisional yang belum mempertimbangkan aspek lingkungan secara menyeluruh. Penelitian ini dilakukan pada proses produksi batang penuntun tahan aus (*wear-resistant guide rods*) di sebuah pabrik mesin. Dengan menggabungkan EVSM dan teknologi simulasi menggunakan *Flexsim*, studi ini menganalisis proses produksi berdasarkan waktu dan konsumsi energi peralatan. Hasilnya menunjukkan bahwa penerapan metode ini berhasil meningkatkan *value-added rate* berdasarkan waktu dari 2,21% menjadi 7,53% dan berdasarkan konsumsi energi dari 43,92% menjadi 58,39%. Peningkatan ini dicapai melalui penerapan teknik perbaikan rekayasa industri serta perbaikan berbasis simulasi. Penelitian ini membuktikan bahwa pendekatan EVSM mampu secara efektif meningkatkan efisiensi produksi sekaligus menurunkan konsumsi energi, sejalan dengan tujuan keberlanjutan dalam ekonomi rendah karbon.

Tabel 2. 1 *State of art*

No.	**Penulis**	**Judul**	**Metode**				
			VSM	***EVSM***	***PAM***	***WAM***	***Kaizen***
1.	Parwati et al., (2023)	Pendekatan *Lean Manufacturing* dengan *Value Stream Mapping* dan *Kaizen* Pada Proses Produksi Tas Kulit	√				√

2.	Hakim (2024)	Meminimalisir *Waste* Pada Proses Produksi Sarung Tangan di CV. XYZ Menggunakan *Lean Manufacture*	√		√
3.	Yusuf (2025)	*Value Stream Maintenance Mapping (VSMM) and Root Cause Analysis (RCA) in Enhancing Machine Reliability in the Bottled Water Industry*	√		
4.	Imtinan & Cahyaputri (2024)	*Waste Identification Using the Value Stream Mapping* (VSM) *Method on the* PT. XYZ *Transparent Bar Soap Production Line*	√		
5.	Prayugo & Zhong (2021)	*Green Productivity: Waste Reduction with Green Value Stream Mapping. A Case Study of Leather Production*		√	
6.	Fathliana Retno Ningrum (2020)	Identifikasi *Waste* Produksi Jersey Melalui Penerapan *Lean Manufacturing* Dengan Menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM) (Studi Kasus Ssco Sport Apparel Ciamis)	√		√

7.	Khunaifi et al., (2022)	Implementasi *Lean Manufacturing* untuk Meminimasi Pemborosan (*Waste*) Menggunakan Metode *Value Stream Mapping* di PT. Pura Barutama		√	
8.	Iskandar & Singgih (2023)	*Lean and Green Value Stream Mapping: Case Study of an East Java Furniture Factory*		√	
9.	Fatinnisa & Saifuddin (2024)	*Analysis Of Value Stream Mapping (VSM) in the Application of Lean Manufacturing to Minimize Waste at PT. Karya Indah Medika*	√		
10.	Woldemicael et al., (2024)	*Enhancing Operation Efficiency of Leather Manufacturing Industry through Hybrid of Value Stream Mapping and Discrete Event Simulation*	√		
11.	(Afriandi, 2023)	Penerapan *Lean Manufacturing* Menggunakan Metode *Waste Assessment Model* (WAM) Untuk Mengurangi *Waste* Pada Lini Produksi *Steel Structure*			√

12.	Budihardjo & Hadipuro (2022)	*Green Value Stream Mapping: A Tool For Increasing Green Productivity (The Case of PT. NIC)*		√
13.	(FARIN & Ir. Wangi Pandan Sari, 2025)	Analisis *Waste* dan Dampak Lingkungan pada Proses Produksi Roti Menggunakan Pendekatan *Lean* dan *Green Manufacturing*		√ √
14.	Kurnia & Setiawan (2022)	Integrasi *Lean* dan *Green Manufacturing* Untuk mengurangi Pemborosan Proses dan Limbah Kertas Rekrutmen Karyawan Pada Industri Manufaktur di Indonesia	√	
15.	Su (2024)	*Simulation and EVSM-based Lean Line Improvement*		√

Berdasarkan kajian literatur di atas, terlihat bahwa sebagian besar penelitian terdahulu telah berhasil mengidentifikasi pemborosan menggunakan *Lean Manufacturing*, VSM, dan metode pendukung seperti PAM, WAM, Kaizen, maupun *Root Cause Analysis*. Namun, sebagian besar penelitian hanya berfokus pada *process waste*, sementara analisis *green waste* masih jarang dilakukan secara komprehensif. Selain itu, penerapan pendekatan *lean–green* pada IKM berbasis kulit juga masih terbatas, meskipun industri ini memiliki karakteristik proses manual dan penggunaan energi sederhana yang sangat potensial menghasilkan pemborosan material dan lingkungan. Inilah kesenjangan penelitian (*research gap*) yang hendak diisi oleh penelitian ini.

Dari keseluruhan literatur yang ditinjau, metode *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM) muncul sebagai metode yang paling relevan karena mampu memetakan aliran proses sekaligus mengukur parameter lingkungan seperti energi, air, dan limbah. Namun EVSM memiliki keterbatasan dalam mengidentifikasi waste secara detail per aktivitas, sehingga penelitian ini menggabungkannya dengan *Process Activity Mapping* (PAM) dan *Waste Assessment Model* (WAM) untuk mengklasifikasikan *waste* secara lebih spesifik. Selain itu, *Root Cause Analysis* (RCA) digunakan untuk memastikan bahwa solusi yang dirumuskan benar-benar sesuai dengan akar permasalahan yang ditemukan. Dengan kombinasi metode tersebut, penelitian ini mampu memberikan analisis yang lebih komprehensif dibanding penelitian sebelumnya.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Konsep *Lean Manufacturing*

Lean manufacturing merupakan suatu pendekatan yang dapat digunakan untuk melakukan perbaikan terhadap pemborosan yang terjadi pada perusahaan, sehingga *lead time* produksi dapat berkurang(Setiawan & Rahman, 2021). *Lean manufacturing* merupakan suatu konsep yang awalnya dikembangkan oleh Toyota, kemudian dikenal sebagai *Just – In – Time Manufacturing* (Aisyah, 2020). Pada awalnya, *Lean* dikenal sebagai *Toyota Production System* (TPS), yaitu metode produksi yang dikembangkan oleh Toyota untuk menciptakan nilai tambah bagi konsumen. Istilah "*Lean*" mulai dikenal luas setelah para akademisi dari *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) mendokumentasikan pendekatan ini dalam buku berjudul "*The Machine That Changed the World"*, yang kemudian memperkenalkannya ke dunia international. Konsep *Lean Manufacturing* merupakan strategi dalam dunia industri yang bertujuan untuk mengoptimalkan proses produksi agar berjalan lebih efisien, cepat, dan hemat biaya. Hal ini dilakukan dengan memanfaatkan ruang seminimal mungkin, menjaga jumlah persediaan tetap rendah, meminimalkan jam kerja, serta menghindari aktivitas yang bersifat pemborosan (Jones & Daniel, 2010) Menurut (Gaspersz V. , 2007), terdapat lima prinsip utama dalam *Lean Manufacturing*, yaitu:

1. Mengidentifikasi nilai produk dari sudut pandang pelanggan, yang mengharapkan kualitas tinggi, harga yang kompetitif, serta ketepatan waktu pengiriman.
2. Melakukan pemetaan proses untuk setiap produk melalui metode *Value Stream Mapping.*

3. Mengeliminasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah sepanjang proses produksi.
4. Menggunakan sistem tarik (*pull system*) guna menciptakan aliran produksi dan informasi yang efisien.
5. Melakukan perbaikan secara terus menerus (*continuous improvement*) untuk mencapai keunggulan operasional.

Selain itu, (Hines & Taylor, Going Lean, 2000) menambahkan bahwa terdapat lima langkah penting dalam menerapkan *lean* untuk mengurangi pemborosan, yakni:

1. Menentukan aktivitas yang menciptakan nilai yang tidak dari sudut pandang pelanggan.
2. Mengidentifikasi seluruh langkah proses desain, pemesanan, dan produksi dalam aliran nilai (*value stream*) untuk menemukan pemborosan.
3. Mengambil langkah-langkah untuk menciptakan aliran kerja yang mulus tanpa hambatan atau keterlambatan.
4. Melakukan produksi hanya saat ada permintaan dari pelanggan.
5. Melakukan upaya berkelanjutan untuk mengurangi segala bentuk pemborosan.

Lean Manufacturing sangat efektif dalam mengeliminasi aktivitas yang tidak bernilai tambah. Namun, pendekatan ini belum secara langsung mempertimbangkan aspek lingkungan. Oleh karena itu, integrasi dengan pendekatan *Green Manufacturing* menjadi penting agar sistem produksi tidak hanya efisien, tetapi juga ramah lingkungan.

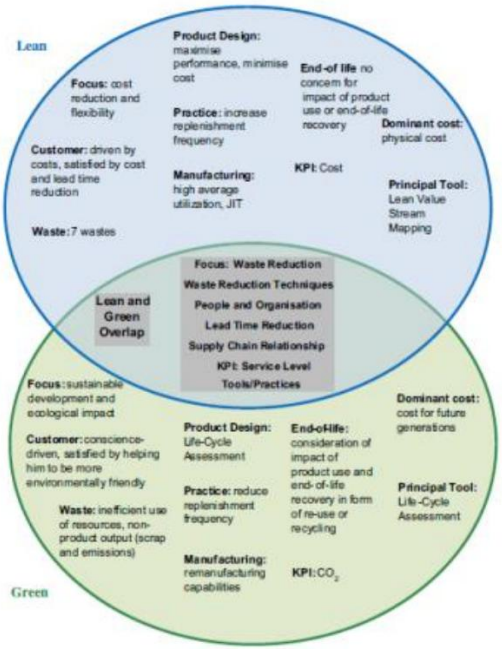
2.2.2 Konsep *Green Manufacturing*

Green Manufacturing (manufaktur hijau) merupakan sebuah pendekatan yang dilakukan untuk mendorong sistem yang berkesinambungan dari perbaikan lingkungan proses industri dan produk yang dihasilkan agar mangurangi atau mencegah polusi udara, air, dan tanah, mengurangi limbah, dan meminimasi resiko terhadap manusia ataupun spesies lainnya (R. Amaranti, 2017). *Green Manufacturing* merupakan gabungan dari berbagai tindakan, inisiatif, dan lingkungan, sosial, dan ekonomi, sekaligus mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan dari aktivitas operasional perusahaan (Auliya et al., 2021). Konsep *Green Manufacturing* bertujuan untuk mengurangi limbah yang dihasilkan dari proses produksi baik berupa limbah padat, cair, maupun gas yang dapat membahayakan manusia dan makhluk hidup lainnya, melalui pendekatan yang berkelanjutan dan fokus pada perbaikan proses produksi secara terus menerus (Moniandari, 2018). Tujuan utamanya adalah mencapai keberlanjutan tanpa mengorbankan efisiensi dan produktivitas. Dalam praktiknya, *green manufacturing* mendorong

perusahaan untuk mempertimbangkan siklus hidup produk, sumber bahan baku, serta peluang daur ulang (*Recycle*), penggunaan ulang (*Reuse*), dan pengurangan penggunaan bahan (*Reduce*).

2.2.3 Konsep *Lean and Green Manufacturing*

Lean and Green Manufacturing merupakan integrasi dari dua pendekatan, yaitu *lean* untuk efisiensi operasional dan *green* untuk keberlanjutan lingkungan. *Green manufacturing* berkaitan dengan *sustainable manufacturing* yang diartikan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, menghemat energi dan sumber daya alam sehingga pelestarian alam tetap terjaga, kemudian untuk *lean manufacturing* terfokus pada pengurangan pemborosan yang tidak memberi nilai tambah terhadap kualitas produk (Sampepajung, 2023). Perbedaan antara *lean manufacturing* dan *green manufacturing* dapat dilihat pada gambar dibawah ini, yang menguraikan perbedaan berdasarkan beberapa kriteria seperti fokus utama, indicator kinerja kunci (*Key Performance Indicator*), definisi pemborosan (*waste*), serta alat analisis yang digunakan. Selain itu, gambar tersebut juga menunjukkan titik temu atau irisan antara kedua pendekatan tersebut.



Gambar 2. 1 filosofi *lean and green manufacturing*

(Sumber: (R. Amaranti, 2017))

Penerapan *lean and green manufacturing* memiliki keterkaitan yang saling memengaruhi. Terdapat tiga bentuk hubungan antara kedua pendekatan ini. *Lean and green* saling melengkapi, sinergi antara keduanya dapat meningkatkan kinerja operasional secara

keseluruhan, dan penerapan *lean* dapat berkontribusi dalam mengurangi dampak negatif proses produksi terhadap lingkungan (R. Amaranti, 2017). Dalam pendekatan ini, pengurangan *waste* tidak hanya dilihat dari aspek waktu dan biaya, tetapi juga dari dampaknya terhadap lingkungan seperti emisi, limbah bahan baku, dan energi terbuang. Pendekatan ini mendorong pelaksanaan prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) dalam setiap tahapan proses produksi.

2.2.4 Prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*)

Prinsip 3R adalah prinsip utama mengelola sampah atau limbah mulai dari sumbernya, melalui berbagai langkah yang mampu mengurangi jumlah sampah atau limbah yang dibuang ke TPA (Tempat Pembuangan Akhir) (Nurfitria et al., 2024). Prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) merupakan strategi dasar dalam *green manufacturing* untuk mengurangi dampak lingkungan. Menurut Sakai et al., (2017), konsep ini mencakup tiga strategi utama, yaitu *Reduce, Reuse,* dan *Recycle,* yang saling berkaitan dalam menciptakan sistem produksi yang lebih efisien dan berkelanjutan.

a. *Reduce* berarti mengurangi penggunaan bahan mentah, energi, serta menghindari pemborosan sejak awal proses produksi. Hal ini dapat dilakukan melalui desain produk yang lebih sederhana, pemilihan material yang ramah lingkungan, serta penerapan proses kerja yang hemat energi dan minim limbah.
b. *Reuse* merujuk pada penggunaan kembali bahan atau komponen yang masih layak pakai, baik dalam bentuk yang sama maupun setelah melalui sedikit modifikasi. Strategi ini efektif untuk menekan biaya produksi sekaligus mengurangi *volume* limbah yang dihasilkan.
c. *Recycle* adalah proses mendaur ulang limbah atau sisa bahan menjadi produk baru atau bahan baku yang bisa digunakan kembali dalam proses produksi.

Penerapan prinsip 3R tidak hanya berdampak positif bagi lingkungan, tetapi juga memberikan manfaat ekonomi bagi pelaku industri, termasuk IKM, melalui efisiensi biaya bahan, pengurangan *volume* sampah, dan peningkatan citra perusahaan. Dalam konteks *Lean and Green Manufacturing*, prinsip 3R menjadi pelengkap dari eliminasi pemborosan (*waste*) yang biasa dilakukan dalam *lean*. Jika *lean manufacturing* berfokus pada efisiensi aliran proses dan penghapusan aktivitas *non-value added*, maka 3R memperluas tujuan tersebut dengan menambahkan dimensi lingkungan yang konkret dalam praktik operasional sehari-hari. Oleh karena itu, prinsip 3R menjadi bagian penting dalam strategi keberlanjutan industri, dan sangat

relevan untuk diintegrasikan dalam pendekatan pemetaan nilai berbasis lingkungan seperti *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM).

2.2.5 Pemborosan (*Waste*)

Dalam konteks *Lean Manufacturing,* pemborosan (*waste*) adalah segala bentuk aktivitas atau penggunaan sumber daya yang tidak memberikan nilai tambah (*non- value added*) pada produk atau jasa dari perspektif pelanggan. Artinya, pemborosan tidak memberikan kontribusi langsung terhadap peningkatan nilai produk yang diinginkan oleh pelanggan, namun tetap menghabiskan waktu, tenaga, biaya, dan sumber daya. Pemborosan merujuk pada segala kegiatan yang menggunakan sumber daya tanpa memberikan nilai tambah pada produk akhir, sumber daya yang dimaksud mencakup bahan baku, mesin, tenaga kerja, modal, informasi, manajemen, dan proses(Afriandi, 2023). Menurut pendekatan *Lean and Green Manufacturing*, pemborosan dibedakan menjadi dua kategori utama:

1. *Lean Waste*

   Pemborosan yang berkaitan dengan efisiensi proses produksi, sering diidentifikasi melalui metode seperti *Value Stream Mapping* (VSM) atau *Waste Assessment Model* (WAM) (Lesmana, 2020). Contohnya:

   - *Overproduction* (produksi berlebihan)
   - *Waiting* (waktu tunggu)
   - *Transportation* (perpindahan material berlebihan)
   - *Overprocessing* (proses berlebihan)
   - *Inventory* (persediaan berlebih)
   - *Motion* (pergerakan yang tidak efisien)
   - *Defect* (produk cacat)

2. *Green Waste*

   Pemborosan yang berhubungan dengan dampak lingkungan, sering diidentifikasi dengan *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM) (Garza-Reyes et al., 2018). Contohnya:

   - Pemborosan energi (listrik, bahan bakar)
   - Limbah padat (*solid waste*)
   - Limbah cair (*liquid waste*)
   - Limbah gas/emisi (*air emission*)
   - Penggunaan bahan baku yang sulit didaur ulang

Dalam konteks yang lebih spesifik, istilah *Environmental Waste* memiliki cakupan yang lebih luas dibandingkan *Green Waste*. Menurut *United States Environmental Protection Agency* (EPA) (2019), *Environmental Waste* didefinisikan sebagai segala bentuk penggunaan sumber daya atau pelepasan zat ke udara, air, atau tanah yang tidak memberikan nilai tambah pada produk dan berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. *Environmental Waste* mencakup seluruh pemborosan berbasis lingkungan yang dapat diukur, seperti konsumsi energi, air, bahan kimia, emisi, dan limbah padat. Sementara itu *Green Waste* merupakan bagian dari *Environmental Waste* yang lebih spesifik, terutama berupa limbah material fisik. Oleh karena itu, *Green Waste* dapat dianggap sebagai bagian dari *Environmental Waste* yang lebih terukur dan digunakan sebagai indikator utama dalam analisis *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM) untuk mengidentifikasi peluang perbaikan berbasis lingkungan.

2.2.6 *Waste Assessment Model* (WAM)

Waste Assessment Model (WAM) merupakan pendekatan yang digunakan untuk mengukur seberapa besar suatu aktivitas mengandung pemborosan (*waste*) berdasarkan observasi dan penilaian langsung di lapangan. WAM mengklasifikasikan jenis *waste* yang ada dalam proses produksi dan memberikan skor untuk mengetahui jenis *waste* mana yang paling signifikan untuk diperbaikin terlebih dahulu (Syahputra et al., 2019). *Waste Assessment Model* (WAM) terdiri dari *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) (Astutik, 2022).

1. *Waste Relationship Matrix* (WRM)

   Waste Relationship Matrix adalah sebuah matriks yang digunakan untuk melihat keterkaitan antar jenis *waste*. *Waste Relationship Matrix* menggambarkan hubungan yang nyata antara berbagai jenis pemborosan (Juliana, 2020).

2. *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ)

   Waste Assessment Questionnaire digunakan sebagai alat untuk menggali informasi langsung dari pekerja melalui pertanyaan-pertanyaan terstruktur mengenai aktivitas kerja yang terjadi dengan mengidentifikasi dan memprioritaskan jenis pemborosan (*waste*) yang terjadi di suatu proses produksi. Pertanyaan dalam kuesioner dibagi menjadi empat kelompok, yaitu Manusia, Mesin, Material, dan Metode (Juliana, 2020). WAQ biasanya menyertakan parameter frekuensi, durasi, dan dampak dari *waste* yang terjadi. Hasil dari WAQ akan menjadi data kualitatif yang dikonversikan menjadi skor

kuantitatif untuk mendukung penilaian dalam WAM dalam menentukan *waste* yang paling kritis sehingga dapat menjadi prioritas utama dalam perbaikan proses (Widodo et a, 2021). WAQ lebih menekankan pada penentuan tingkat kepentingan dan tingkat keparahan dari setiap *waste* secara kuantitatif. Dengan demikian, WAQ dapat berdiri sendiri sebagai metode identifikasi *waste* yang efektif ketika tujuan penelitian adalah menemukan prioritas pemborosan yang harus segera diatasi.

2.2.7 *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM)

Environmental Value Stream Mapping (EVSM) merupakan pengembangan dari metode *Value Stream Mapping* (VSM) yang digunakan dalam pendekatan *Lean Manufacturing.* Jika VSM memetakan aliran proses, informasi, dan material untuk mengidentifikasi aktivitas yang tidak bernilai tambah (*waste*), maka EVSM menambahkan dimensi lingkungan ke dalam pemetaan tersebut. EVSM bukan "diciptakan" oleh satu orang tertentu**,** melainkan merupakan hasil evolusi dan adaptasi dari VSM oleh berbagai peneliti dan praktisi lean untuk mengintegrasikan isu lingkungan ke dalam pemetaan aliran nilai. EVSM merupakan pengembangan dari *Value Stream Mapping* (VSM) yang berasal dari *lean manufacturing*. VSM sendiri diperkenalkan oleh Mike Rother dan John Shook pada tahun 1999 dalam buku *"Learning to See"* sebagai alat untuk memetakan aliran nilai dan pemborosan dalam proses produksi (Megayanti & Anityasari, 2018). Tujuan dari EVSM adalah memetakan aliran material, energi dan informasi dalam proses produksi untuk mengidentifikasi aktivitas pemborosan serta dampak lingkungan, seperti dari sisi konsumsi energi, penggunaan bahan kimia, emisi, limbah padat atau cair, dan potensi penerapan prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) (Hongliang & Wenbin, 2017).

EVSM memungkinkan organisasi untuk mengintegrasikan pertimbangan lingkungan ke dalam analisis proses, sehingga menghasilkan usulan perbaikan yang tidak hanya meningkatkan efisiensi, tetapi juga mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan (W Faulkner, 2014). Dalam implementasinya, EVSM memetakan setiap tahapan proses produksi disertai data lingkungan yang relevan, seperti jumlah energi yang digunakan per proses, volume limbah yang dihasilkan, dan bahan berbahaya yang digunakan.

a. Tujuan Penerapan *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM)

   Penerapan *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM) memiliki beberapa tujuan utama, antara lain (Pujawan & Mahendrawathi, 2010):

   1. Menggambarkan kondisi aktual proses produksi secara menyeluruh dari hulu ke hilir.

2. Mengidentifikasi aktivitas yang tidak bernilai tambah baik dari sisi operasional maupun lingkungan.
3. Mengukur penggunaan sumber daya seperti energi dan material pada setiap aktivitas produksi.
4. Mengidentifikasi jenis dan lokasi timbulan limbah padat, limbah B3, dan emisi.
5. Menyusun pemetaan kondisi masa depan (*future state*) yang mencerminkan hasil perbaikan proses.

b. Elemen yang di analisis dalam *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM)

Berbeda dengan VSM konvesional, EVSM mencakup beberapa elemen tambahan yang berkaitan dengan aspek lingkungan (Pujawan & Mahendrawathi, 2010):

1. Aliran material, yaitu pergerakan bahan baku, komponen, dan produk dalam proses produksi.
2. Aliran informasi, seperti instruksi kerja, jadwal produksi, dan pengendalian proses.
3. Waktu proses, yang meliputi *cycle time*, *waiting time,* dan *lead time.*
4. Penggunaan energi, baik energi listrik yang digunakan oleh mesin utama maupun peralatan pendukung.
5. Penggunaan material, termasuk bahan baku utama dan bahan pendukung.
6. Timbulan limbah, baik limbah padat, limbah B3, maupun limbah non-material seperti emisi dan pemborosan energi.

   Dengan menganalisis elemen-elemen tersebut, EVSM mampu memberikan gambaran komprehensif mengenai kinerja proses produksi dari perspektif operasional dan lingkungan.

c. *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM) dalam konsep *Lean* dan *Green Manufacturing*

Environmental Value Stream Mapping merupakan alat yang menjembatani konsep *Lean Manufacturing* dan *Green Manufacturing*. *Lean Manufacturing* berfokus pada pengurangan pemborosan proses untuk meningkatkan efisiensi, sedangkan *Green Manufacturing* menekankan pengurangan dampak lingkungan dari aktivitas produksi. Menurut (Pujawan I. N., 2018), integrasi *lean and green* dapat dicapai melalui penggunaan alat analisis yang mampu menghubungkan pemborosan proses dengan dampak lingkungan. Metode EVSM menjadi alat yang relevan karena mampu mengidentifikasi pemborosan waktu dan material secara bersamaan, mampu membantu

mengurangi konsumsi energi dan limbah, dan mampu mendukung pencapaian efisiensi ekonomi dan keberlanjutan lingkungan.

d. Langkah-Langkah Penerapan *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM)

Penerapan *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM) dilakukan melalui beberapa tahapan yang sistematis, dimulai dari pemetaan kondisi aktual hingga perancangan kondisi perbaikan. Secara umum, tahapan EVSM meliputi:

1. Penentuan produk atau proses yang dianalisis

   Tahap awal EVSM adalah menentukan produk atau proses utama yang menjadi fokus penelitian. Pemilihan ini didasarkan pada proses yang memiliki kontribusi terbesar terhadap pemborosan proses maupun dampak lingkungan.

2. Penyusunan *Current State* EVSM

   Pada tahap ini dilakukan pemetaan kondisi aktual proses produksi dengan menggambarkan seluruh aliran material, informasi, dan waktu proses. Berbeda dengan VSM konvensional, EVSM juga mencantumkan data lingkungan pada setiap aktivitas, seperti konsumsi energi listrik, penggunaan material, serta timbulan limbah. *Current state* EVSM berfungsi untuk mengidentifikasi kondisi nyata proses produksi dan menjadi dasar analisis pemborosan.

3. Identifikasi *process waste* dan *green waste*

   Berdasarkan *current state* EVSM, dilakukan identifikasi aktivitas yang tidak bernilai tambah dari sisi operasional (*process waste*) dan dari sisi lingkungan (*green waste*). Identifikasi ini dapat diperkuat dengan metode pendukung seperti *Process Activity Mapping* (PAM) dan *Waste Assessment Model* (WAM) untuk mengklasifikasikan jenis *waste* secara lebih rinci.

4. Analisis akar penyebab pemborosan

   Setelah waste teridentifikasi, dilakukan analisis akar penyebab masalah. Tahap ini bertujuan untuk memastikan bahwa pemborosan yang terjadi tidak hanya diidentifikasi pada gejala permukaan, tetapi ditelusuri hingga penyebab utamanya, baik yang berasal dari metode kerja, peralatan, manusia, maupun lingkungan kerja.

5. Perancangan *Future State* EVSM

   Tahap akhir EVSM adalah penyusunan pemetaan kondisi masa depan (*future state*) yang mencerminkan hasil perbaikan proses. *Future state* EVSM menunjukkan kondisi proses yang lebih efisien dan ramah lingkungan melalui pengurangan

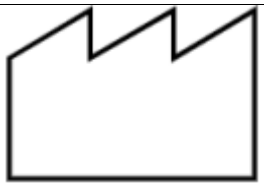
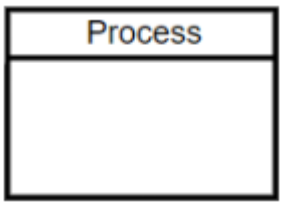
pemborosan, penurunan konsumsi energi, dan minimisasi limbah. Usulan perbaikan yang dirancang selanjutnya dapat diterapkan secara bertahap melalui pendekatan perbaikan berkelanjutan.

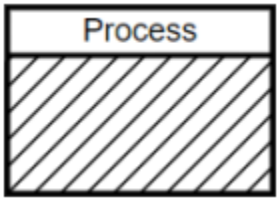
Dalam implementasinya, EVSM membagi aktivitas dalam tiga kategori:

1. *Value-Added* (VA)
   Aktivitas yang secara langsung menambah nilai pada produk di mata pelanggan dan tidak dapat dihilangkan tanpa mengurangi kualitas produk.
2. *Non-Value-Added* (NVA)
   Aktivitas yang tidak menambah nilai bagi produk dan tidak diinginkan oleh pelanggan, seperti penumpukan barang, waktu tunggu, atau pergerakan yang tidak efisien.
3. *Necessary but Non-Value-Added* (NNVA).
   Aktivitas yang secara fungsional diperlukan untuk menjalankan proses tetapi tidak secara langsung memberikan nilai tambah, misalnya pemeriksaan kualitas, pengemasan, atau pelaporan administratif.

Sama denggan VSM, dalam pemetaan *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM), terdapat beragam simbol yang digunakan untuk menggambarkan secara visual aliran material dan informasai dalam proses produksi. Simbol-simbol ini diklasifikasikan ke dalam empat kategori, yaitu *process symbols, material symbols, information symbols, general symbols.* Berikut ini merupakan simbol-simbol dalam EVSM beserta penjelasannya (Maulina, 2021) :

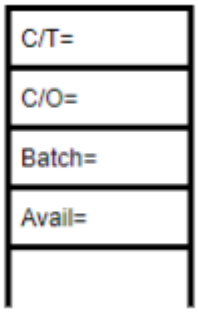
Tabel 2. 2 *EVSM Symbols*

Process Symbols	**Keterangan**
 *Customer/Supplier*	Melambangkan aliran material antara pemasok dan konsumen.
 *Dedicated Process*	Simbol ini menggambarkan proses, operasi, mesin, atau departemen yang dilalui oleh aliran material.



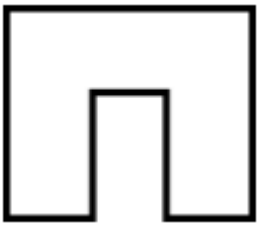
Shared Process

Menunjukkan operasi, departemen, atau pusat kerja yang digunakan bersama oleh beberapa keluarga aliran nilai. Ini memperkirakan jumlah operator yang diperlukan untuk *value stream* yang dipetakan, bukan keseluruhan produk.



Data Box

Menggambarkan informasi atau data yang diperlukan untuk menganalisis dan mengamati sistem.

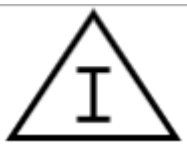


Work Cell

Menunjukkan beberapa proses tertentu yang terintegrasi dalam sel kerja produksi, yang biasanya memproses bagian dari satu keluarga produk atau satu produk. Produk dipindahkan dari satu proses ke proses lainnya dalam *batch* kecil atau satuan.

Material Symbols

Keterangan



Inventory

Simbol ini menandakan *inventory* antara dua proses, termasuk penyimpangan bahan baku hingga produk jadi.



Shipments

Menggambarkan perpindahan bahan baku dari pemasok ke pabrik, atau barang jadi ke konsumen.



Push Arrow

Menunjukkan pergerakan material dari satu proses ke proses berikutnya tanpa mempertimbangkan kebutuhan proses selanjutnya.



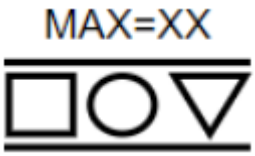
Supermarket

Tempat persediaan kecil yang diisi ulang sesuai kebutuhan oleh pelanggan *downstream*.



Material Pull

Simbol ini menghubungkan *supermarket* ke proses *downstream* dengan perpindahan fisik.



FIFO *Lane*

Menunjukkan proses dengan sistem persediaan FIFO (*first in, first out*) dan batas maksimum persediaan.



Safety Stock

Menandakan tambahan persediaan untuk mengantisipasi fluktuasi permintaan atau gangguan operasional.

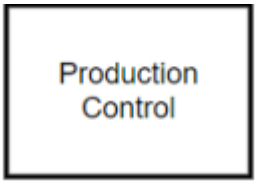


External Shipment

Pengiriman dari pemasok atau ke pelanggan menggunakan transportasi eksternal.

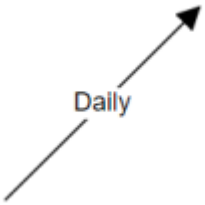
Information Symbols

Keterangan



Production Control

Mewakili pusat penjadwalan produksi atau pengendalian dari departemen, orang, atau operasi.



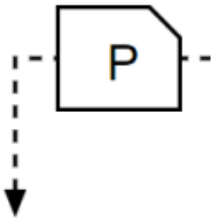
Manual Information

Menunjukkan aliran informasi dari memo, laporan, atau percakapan.



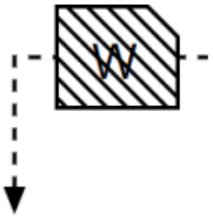
Electronic Information

Menggambarkan aliran informasi melalui media elektronik seperti fax, telepon, dll.



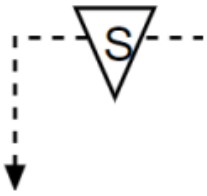
Production Kanban

Menunjukkan persediaan suku cadang untuk proses terakhir.



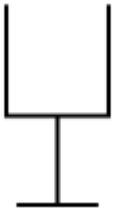
Withdrawal Kanban

Instruksi untuk mengirim komponen dari *supermarket* ke proses penerimaan.

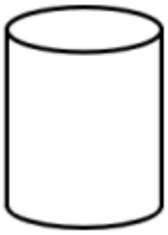


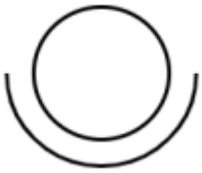
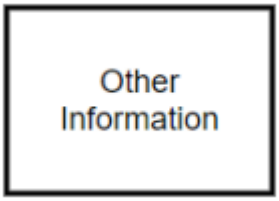
Signal Kanban

Menandakan persediaan minimum di *supermarket* dan memulai produksi



Lokasi untuk sinyal Kanban untuk pengangkutan.

Kanban Post	
	Menunjukkan sistem tarik yang menginstruksikan proses perakitan berdasarkan jenis dan kuantitas yang telah ditentukan tanpa menggunakan *supermarket.*
Squenced Pull	
	Menunjukkan *leveling* produksi selama periode waktu tertentu.
Load Levelling	
	Penjadwalan menggunakan MRP/ERP atau sistem terpusat lainnya.
MRP/ERP	
	Mengumpulkan informasi melalui sarana visual.
Go See Production Scheduling	
	Menunjukkan arus informasi verbal atau pribadi.
Verbal Information	
General Symbols	**Keterangan**
	Menyoroti kebutuhan peningkatan atau perbaikan pada proses tertentu untuk mencapai *future state map*.
Kaizen Lightening Burst	

 *Operator*	Menunjukkan jumlah operator yang diperlukan untuk memproses kelompok VSM pada *workstation* tertentu.
 *Other Information*	Menunjukkan informasi lainnya.
 *Timeline*	Menunjukkan *value added times* (waktu siklus) dan *non-value added* (waktu tunggu) untuk menghitung *lead time* dan total waktu siklus.

2.2.8 *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT)

Value Stream Analysis Tools (VALSAT) dikembangkan oleh (Hines & Rich, The Seven Value Stream Mapping Tools, 1997) sebagai seperangkat alat yang digunakan untuk menganalisis dan meningkatkan efisiensi dalam aliran nilai (*value stream*), khususnya dalam mengidentifikasi dan mengatasi pemborosan. Pendekatan ini membantu perusahaan dalam mendesain ulang proses produksi agar lebih optimal dari awal hingga akhir. Terdapat tujuh *tools* utama dalam VALSAT, yaitu:

1. *Process Activity Mapping* (PAM)

   PAM berfungsi untuk memetakan secara detail seluruh aktivitas dalam proses produksi. Tujuannya adalah memahami aliran kerja, mengidentifikasi aktivitas yang tidak bernilai tambah, dan merancang perbaikan proses agar lebih efisien. Tahapannya meliputi studi proses, pengenalan *waste*, evaluasi kebutuhan aktivitas, hingga merancang ulang alur kerja.

2. *Supply Chain Response Matrix* (SCRM)

   Alat ini digunakan untuk menilai seberapa responsif rantai pasok terhadap perubahan. Diagramnya menunjukkan hubungan antara waktu pemrosesan dan jumlah persediaan. Tujuannya adalah mengidentifikasi potensi masalah seperti keterlambatan distribusi

atau kelebihan stok, dan membantu pengambilan keputusan dalam manajemen distribusi.

3. *Production Variety Funnel* (PVF)

   PVF menggambarkan bagaimana variasi permintaan pelanggan atau variasi produk dapat dikelola dalam sistem produksi. *Tool* ini membantu mendeteksi *bottleneck* dalam proses dan merumuskan strategi pengurangan stok serta perbaikan aliran produksi.

4. *Quality Filter Mapping* (QFM)

   QFM berperan untuk mengidentifikasi titik-titik munculnya cacat dalam proses produksi serta lokasi ditemukannya cacat tersebut. Dengan begitu, perusahaan dapat menelusuri akar penyebab cacat dan menyusun strategi peningkatan kualitas.

5. *Demand Amplification Mapping* (DAM)

   DAM digunakan untuk memetakan efek fluktuasi permintaan di sepanjang rantai pasok. Alat ini menggambarkan bagaimana perubahan kecil pada permintaan pelanggan bisa menimbulkan dampak besar pada level persediaan, produksi, dan distribusi, serta membantu mengurangi efek *bullwhip*.

6. *Decision Point Analysis* (DPA)

   DPA memetakan titik-titik pengambilan keputusan dalam sistem produksi, terutama untuk menentukan bagian mana yang dikendalikan oleh sistem tarik (*pull*) atau dorong (*push*). Alat ini juga mempertimbangkan keseimbangan antara kebutuhan stok dan waktu tunggu (*lead time*).

7. *Physical Structure* (PS)

   Tool ini memvisualisasikan struktur fisik dari rantai pasok dan proses produksi secara menyeluruh, dengan fokus pada area yang berpotensi memiliki kendala atau belum dioptimalkan. Dengan begitu, perusahaan dapat melihat gambaran makro untuk merancang perbaikan strategis.

2.2.9 *Process Activity Mapping* (PAM)

Process Activity Mapping (PAM) merupakan gambaran arus material, informasi dan waktu yang dibutuhkan setiap operasi, dan tingkat persediaan produk pada setiap tahapan produksinya dan jarak yang ditempuh (Firdaus & Wahyudin, 2023). Metode ini bermanfaat untuk mengidentifikasi waktu tunggu serta peluang peningkatan produktivitas, baik dalam aliran material maupun informasi di sektor industri maupun dalam rantai pasok secara keseluruhan.

Dalam pelaksanaannya, setiap aktivitas diklasifikasikan menjadi lima jenis, yaitu: *Operation* (O), *Transportation* (T), *Inspection* (I), *Storage* (S), dan *Delay* (D).

Tujuan utama dari pendekatan ini adalah mengurangi aktivitas yang tidak diperlukan, menyederhanakan proses, menggabungkan langkah-langkah kerja yang serupa, serta menemukan alternatif proses yang lebih efisien guna mengurangi pemborosan (Hines & Rich, The Seven Value Stream Mapping Tools, 1997). Dengan menggunakan PAM, peneliti atau praktisi dapat mengidentifikasi tiga kategori aktivitas dalam proses produksi, yaitu aktivitas yang bernilai tambah (*value added*), aktivitas yang tidak bernilai tambah namun tetap dibutuhkan (*necessary but non-value added*), serta aktivitas yang sama sekali tidak bernilai tambah (*non-value added*). Hasil identifikasi ini menjadi dasar dalam melakukan evaluasi untuk mengurangi atau menghilangkan aktivitas-aktivitas yang tidak memberikan kontribusi langsung terhadap nilai produk, sehingga proses produksi menjadi lebih efisien dan efektif.

2.2.10 *Root Cause Analysis* (RCA)

Root Cause Analysis (RCA) merupakan metode analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab utama dari suatu permasalahan sehingga solusi yang dihasilkan bersifat permanen dan tidak hanya mengatasi gejala yang muncul di permukaan. Menurut Alifia & Dhamanti (2022), *Root Cause Analysis* adalah suatu pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi penyebab dasar suatu masalah dengan tujuan mencegah terulangnya kembali masalah yang sama di masa mendatang. Sementara itu, K. Nasution et al., (2025) menjelaskan bahwa RCA digunakan untuk menelusuri hubungan sebab-akibat dalam suatu sistem kerja guna menemukan faktor utama yang menyebabkan terjadinya ketidakefisienan atau kegagalan proses. Dalam konteks industri manufaktur, RCA banyak digunakan untuk menganalisis permasalahan pemborosan proses (*waste*), cacat produk, waktu tunggu yang berlebihan, serta inefisiensi penggunaan sumber daya. Selain itu, integrasi RCA dengan alat *lean* lainnya seperti *Environmental Value Stream Mapping* dan *Waste Assessment Model* juga telah digunakan untuk menemukan dan mengeliminasi penyebab utama keterlambatan proses (*waiting time*) dalam sistem distribusi dan produksi (Sulistyowati & Munawaroh, 2025).

2.2.11 *Kaizen*

Istilah Kaizen berasal dari dua suku kata dalam bahasa Jepang, yaitu "Kai" yang berarti perubahan atau perbaikan, dan "Zen" yang berarti kebaikan. Secara umum, Kaizen dimaknai sebagai proses perbaikan berkelanjutan. Menurut Syaputra & Aisyah (2022), metode Kaizen dapat digunakan sebagai alat untuk memecahkan masalah dengan berbagai jenis data kualitatif

dan kuantitatif. Kaizen bukan sekadar metode, melainkan filosofi kerja yang mendorong setiap individu dalam organisasi untuk secara konsisten melakukan peningkatan terhadap standar kerja yang telah ditetapkan, demi mencapai hasil yang lebih optimal dan menguntungkan bagi perusahaan.

Fokus utama dari pendekatan Kaizen adalah melakukan perbaikan kecil secara berkesinambungan terhadap proses yang ada agar menjadi lebih efektif dan efisien. Dalam penelitian di lini perakitan otomotif India, penerapan Kaizen berhasil mengidentifikasi berbagai *waste* seperti WIP *inventory*, *defects*, *waiting*, dan *motion* menggunakan *fishbone diagram* sebagai analisis awal (Sangwa & Sangwan, 2020).

Dalam konteks *Lean and Green Manufacturing*, Kaizen dapat diterapkan tidak hanya untuk meningkatkan efisiensi, tetapi juga untuk mendukung prinsip keberlanjutan. Contohnya, penerapan Kaizen berbasis 3R dapat dilakukan dengan memperbaiki area pemotongan agar sisa bahan kulit dapat dikumpulkan dan dimanfaatkan kembali mejadi produk kecil. Dengan demikian, Kaizen menjadi alat penting dalam mendorong perbaikan berkelanjutan yang tidak hanya efisien secara biaya dan waktu, tetapi juga bertanggung jawab secara lingkungan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Objek penelitian merupakan elemen yang akan diteliti, dianalisis, dan dipelajari untuk menjawab pertanyaan penelitian atau mencapai tujuan penelitian tertentu. Objek dalam penelitian ini adalah proses produksi internal produk tas yang berlangsung di IKM Djoen Leather yang berlokasi di Banguntapan, Yogyakarta. Fokus penelitian terletak pada tahap perakitan dan penjahitan, yang teridentifikasi mengalami *rework* atau proses pengulangan secara signifikan. Proses produksi ini kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi pemborosan (*waste*), baik dari aspek efisiensi operasional (*lean waste*) maupun dampak lingkungan (*green waste*), serta untuk mengevaluasi peluang perbaikannya. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Lean and Green Manufacturing*, dengan metode utama *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM) sebagai alat bantu untuk memetakan alur proses produksi dan mengidentifikasi aktivitas yang tidak bernilai tambah serta berdampak negatif terhadap lingkungan.

3.2 Subjek Penelitian

Subjek penelitian didefinisikan sebagai individu, kelompok, atau pihak tertentu yang menjadi sumber data untuk variabel penelitian dan yang menjadi fokus permasalahan. Subjek dalam penelitian ini adalah pihak-pihak yang secara langsung terlibat dalam proses produksi di IKM Djoen Leather, mereka meliputi pemilik usaha serta tenaga kerja. Para subjek ini menjadi sumber data utama dalam mengidentifikasi pemborosan (*waste*), khususnya aktivitas *rework* yang terjadi dalam proses produksi.

3.3 Sumber Data

Pada penelitian ini dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder:

1. Data Primer

   Data primer diperoleh melalui kegiatan observasi langsung terhadap aktivitas produksi di IKM Djoen Leather, khususnya pada tahapan perakitan dan penjahitan yang terindikasi mengalami pemborosan. Selain itu, data dikumpulkan melalui wawancara secara langsung dengan pemilik usaha dan melihat secara langsung para pekerja yang terlibat dalam proses produksi, serta dokumentasi terkait waktu proses yang dilakukan

dengan mencatat durasi waktu yang dibutuhkan pada setiap tahapan produksi, urutan aktivitas kerja, dan aliran material di area produksi. Data ini digunakan untuk menyusun *Current Environmental Value Stream Mapping (Current* EVSM*)* sebagai dasar identifikasi *waste* dan efisiensi proses.

2. Data Sekunder

   Data sekunder diperoleh dari dokumen internal usaha seperti laporan produksi, catatan penggunaan bahan baku, serta literatur akademik yang relevan dengan konsep *Lean and Green Manufacturing* dan metode *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM). Literatur tersebut meliputi jurnal ilmiah, buku teks, dan referensi terpercaya lainnya yang mendukung analisis pemborosan dan penyusunan usulan perbaikan proses produksi yang efisiensi dan ramah lingkungan.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Berikut merupakan metode yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini:

1. Observasi

   Observasi dilakukan secara langsung terhadap alur proses produksi di IKM Djoen Leather, mulai dari proses penerimaan bahan baku, desain produk, pemotongan, *emboss* logo, perakitan dan pengeleman, penjahitan, hingga tahap *finishing* dan *packing*. Tujuan dari observasi ini adalah untuk mencatat aktivitas-aktivitas yang terjadi di lapangan, mengidentifikasi aktivitas yang berpotensi sebagai pemborosan (*waste*), baik dari aspek *lean* maupun *green*, serta memperoleh data waktu proses, waktu tunggu, jumlah pekerja, dan aliran material serta energi. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan alat bantu *stopwatch* untuk pencatatan waktu serta dokumentasi visual untuk mendukung pemetaan *Current Environmental Value Stream Mapping* (EVSM).

2. Wawancara

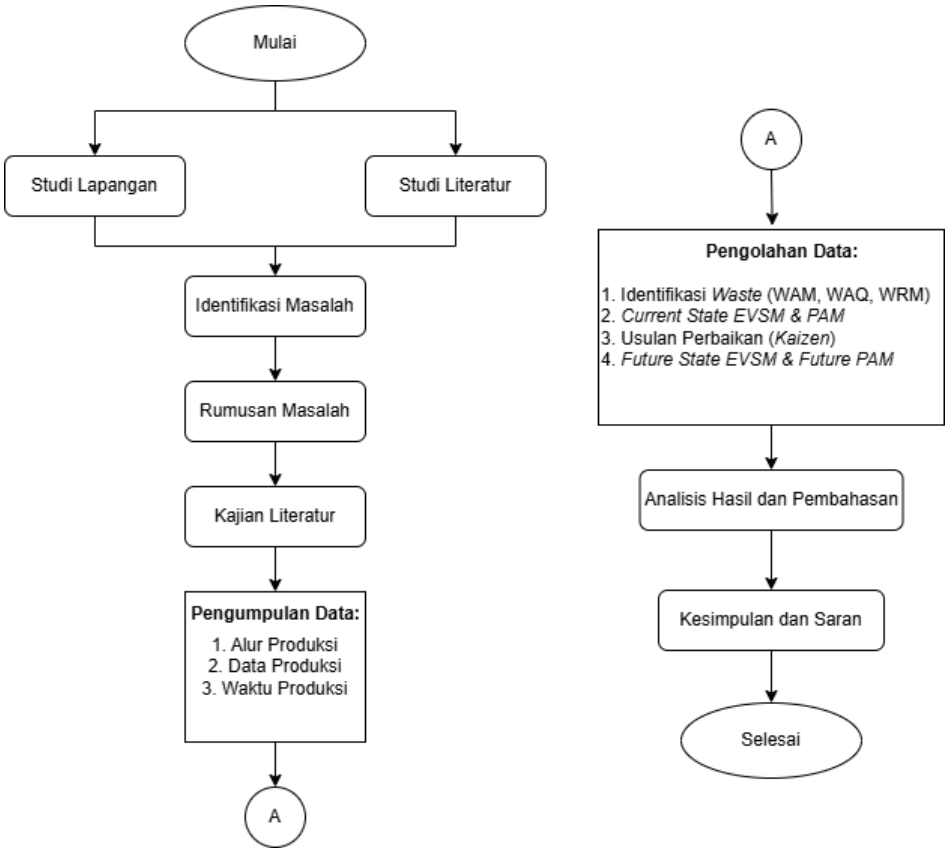
   Wawancara dilakukan secara langsung kepada pihak-pihak yang terlibat dalam proses produksi, seperti pemilik usaha dan beberapa pekerja. Wawancara ini bertujuan untuk memperoleh informasi mendalam mengenai prosedur kerja, kendala yang sering muncul, tahapan proses yang menyebabkan *rework*, serta pandangan pekerja terhadap efisiensi proses. Hasil wawancara ini digunakan untuk melengkapi analisis *waste* dan mendukung penyusunan usulan perbaikan berbasis *lean and green*.

3. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan menelaah jurnal ilmiah, buku referensi, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan *Lean Manufacturing*, *Green Manufacturing*, *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM), prinsip 3R (*Reduce*, *Reuse*, *Recycle*), pemborosan (*waste*) seperti *Waste Assessment Model* (WAM) yang terdiri dari *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ), dan *tools* analisis seperti *Process Activity Mapping*, *Root Cause Analysis* (RCA), dan *Kaizen*. Studi ini digunakan untuk memperkuat kerangka teori, menentukan metode pendekatan yang tepat, serta membandingkan hasil penelitian dengan referensi yang relevan.

3.5 Diagram Alur Penelitian

Tahapan atau diagram alur penelitian yang dilakukan di IKM Djoen Leather dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Berikut merupakan penjelasan dari gambar alur penelitian diatas:

1. Mulai

   Penelitian ini dimulai dan dilaksanakan di IKM Djoen Leather khususnya di bagian produksi.

2. Studi Literatur dan Studi Lapangan

   Penelitian ini diawali dengan kegiatan studi lapangan yang dilakukan secara langsung ke IKM Djoen Leather di Banguntapan, Yogyakarta. Tujuannya untuk memahami alur proses produksi, aktivitas kerja tiap bagian, waktu proses, dan melihat potensi permasalahan yang muncul di lapangan. Dilakukan juga studi literatur dengan menelaah berbagai jurnal ilmiah, buku teks, dan sumber akademik lainnya untuk memperkuat pemahaman terhadap konsep *Lean Manufacturing, Green Manufacturing*, pemborosan (*waste*) seperti *Waste Assessment Model* (WAM) yang terdiri dari *Waste Relationship Matrix* (WRM) dan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ), *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM), *Process Activity Mapping* (PAM), Kaizen, prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) dan metode analisis lainnya. Studi literatur ini menjadi dasar dalam merancang metode pendekatan yang tepat untuk menjawab rumusan masalah.

3. Identifikasi Masalah

   Setelah observasi awal dan wawancara dilakukan, ditemukan permasalahan yang ada di proses produksi pada IKM Djoen Leather.

4. Rumusan Masalah

   Dari identifikasi tersebut, kemudian dirumuskan masalah penelitian, di antaranya adalah aktivitas-aktivitas mana saja yang tidak bernilai tambah, apa saja dampak lingkungan dan biayanya, serta bagaimana usulan perbaikannya dengan pendekatan *Lean and Green Manufacturing* dan EVSM.

5. Kajian Literatur

   Kajian ini dilakukan lebih dalam terhadap teori dan konsep *Lean*, WAM, WAQ, WRM, prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*), metode EVSM dan PAM, serta metode lain seperti *Root Cause Analysis* (RCA), dan *Kaizen*.

6. Pengumpulan Data

   Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data secara langsung dari lapangan. Data yang dikumpulkan yaitu, alur proses produksi, menghitung waktu proses dan waktu tunggu di tiap aktivitas menggunakan *stopwatch*, data produksi, mencatat aktivitas operator, melakukan observasi dan wawancara selama proses produksi berlangsung.

7. Pengolahan Data

   Tahap pengolahan data dilakukan secara sistematis sesuai urutan berikut:

a. Menyusun *Current State* EVSM dan PAM berdasarkan data waktu dan alur produksi aktual.
b. Melakukan pemilihan *tools* menggunakan VALSAT untuk menentukan alat *lean* yang paling sesuai.
c. Mengidentifikasi pemborosan dengan menggunakan kombinasi observasi (WAM), wawancara (WAQ) dengan melakukan *interview* kepada karyawan yang sudah bekerja lebih dari 5 tahun, lalu melakukan hubungan keterkaitan antar-*waste* (WRM) dari hasil WAQ tersebut, berdasarkan kategori pemborosan dalam *lean and green* (7 *waste* + *Green Waste*).
d. Menyusun *Future State* EVSM dan PAM.
e. Menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA) untuk mencari akar penyebab utama dari permasalahan.
f. Menyusun usulan perbaikan berbasis *Kaizen* serta pendekatan 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) untuk mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi proses.
g. Menyusun *Future State* EVSM dan *Future* PAM sebagai peta kondisi produksi yang lebih efisien.

8. Analisis Hasil dan Pembahasan

   Pada tahap ini dilakukan analisis dan interpretasi data yang telah diolah. Pembahasan mencakup perbandingan antara kondisi *existing* dan kondisi usulan, serta evaluasi efektivitas dari perbandingan yang diajukan. Analisis dilakukan terhadap:

   a. Jenis dan sumber *waste,*
   b. Nilai aktivitas (VA-NVA-NNVA),
   c. Efisiensi proses sebelum dan sesudah perbaikan,
   d. Perbandingan *Current* dan *Future* EVSM serta PAM,
   e. Dampak usulan perbaikan terhadap *lead time,* biaya produksi, dan aspek lingkungan.

9. Kesimpulan dan Saran

   Setelah semua tahap selesai, dilakukan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil analisis. Kesimpulan berisi jawaban atas rumusan masalah, sedangkan saran diberikan kepada pihak IKM untuk meningkatkan efisiensi biaya dan produksi yang lebih ramah lingkungan.

10. Selesai

Seluruh rangkaian kegiatan penelitian di IKM Djoen Leather ini telah diselesaikan.

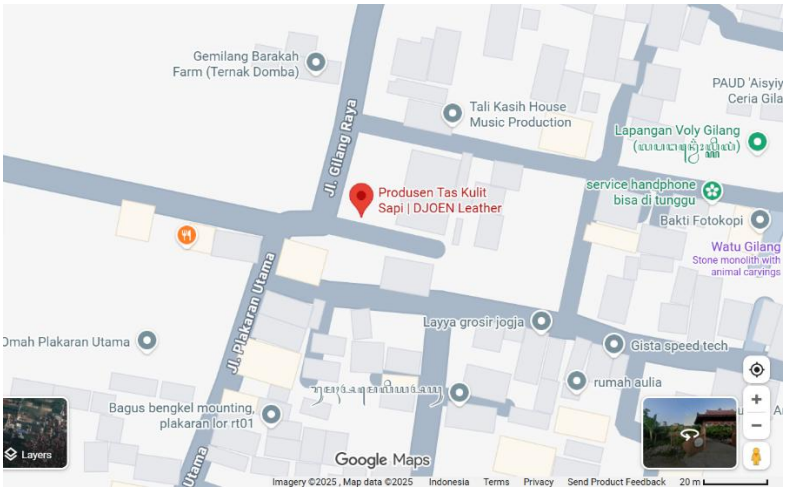
BAB IV
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan tahap awal yang sangat penting dalam penelitian ini, karena data yang diperoleh akan menjadi dasar bagi analisis lebih lanjut menggunakan metode *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM), *Waste Assessment Model* (WAM), dan *Process Activity Mapping* (PAM). Data dikumpulkan secara langsung di lokasi penelitian yaitu IKM Djoen Leather yang berlokasi di Banguntapan, Yogyakarta. Proses pengumpulan data difokuskan pada aktivitas perakitan dan penjahitan, mengingat kedua tahap ini berdasarkan hasil identifikasi awal yang merupakan titik kritis yang sering menimbulkan pemborosan (*waste*) berupa pengulangan proses (*rework*) dan menambah *lead time* produksi.

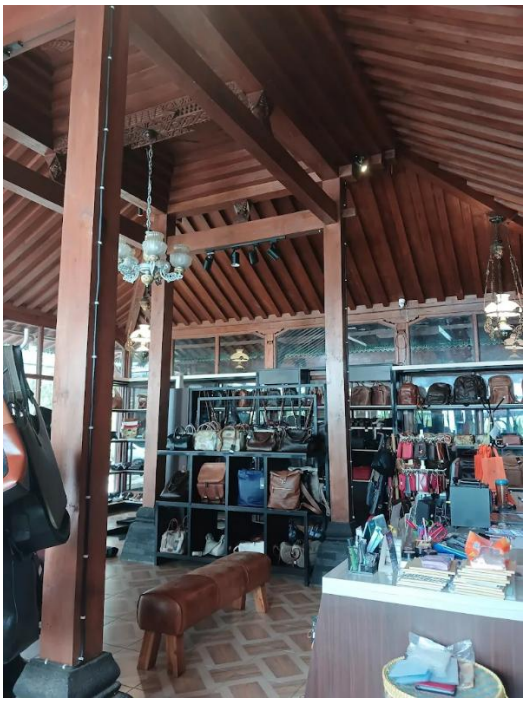
4.1.1 Profil IKM Djoen Leather

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli 2025 dengan objek kajian Industri Kecil Menengah (IKM) bidang kerajinan kulit, yaitu IKM Djoen Leather yang berlokasi di Bumiwetan, Baturetno, Banguntapan, Yogyakarta. Usaha ini bergerak di bidang produksi tas, ikat pinggang, dompet kulit, dan aksesoris lainnya. Berdiri sejak 2015, Djoen Leather pada awalnya hanya bermodalkan satu mesin jahit tanpa karyawan dan belum memiliki merek sendiri. Nama Djoen Leather resmi digunakan pada tahun 2019, terinspirasi dari nama pemiliknya, Juno. Seiring berkembangnya usaha, jumlah karyawan kini mencapai 28 orang yang terbagi ke dalam divisi desain, pemotongan, perakitan, penjahitan, *finishing*, *quality control*, dan pengemasan.



Gambar 4. 1 Lokasi IKM Djoen Leather

Dalam perjalanannya, Djoen Leather berhasil memperluas pasar dari lokal hingga internasional, dengan pengalaman ekspor ke Amerika Serikat, Korea, Taiwan, Vietnam, dan Belanda. Perusahaan ini juga aktif dalam berbagai asosiasi seperti Asosiasi Produsen Handicraft Indonesia (ASEPHI), Kementrian Perindustrian (Kemenperin), Dinas Perindustrian dan Perdagangan (Disperindag), Dinas Koperasi dan UKM Bantul. Pencapaian pentingnya antara lain menjadi finalis Brilian Preneur Bank BRI 2019 dan lolos kurasi produk ekspor ke Amerika melalui Dekranasda Yogyakarta dan Yoyok Rubiantono pada 2021. Kualitas produk dijaga melalui penggunaan bahan terbaik, seperti kulit sapi asli jenis *Pull Up*, kain *suede* untuk puring, serta *ritsleting* YKK.



Gambar 4. 2 Toko IKM Djoen Leather

Selain menjaga kualitas bahan, Djoen Leather rutin meluncurkan desain baru setiap bulan agar produknya tetap bervariasi dan diminati pasar. Warna yang ditawarkan beragam, mulai dari biru, merah, *maroon*, hingga kuning. Pemasaran dilakukan baik secara *offline* melalui pameran seperti Jakarta Fair, Inacraft, dan Crafina, maupun secara *online* melalui *Shopee*, *Tokopedia*, serta media sosial.

4.1.2 Hasil Produk

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa IKM Djoen Leather merupakan unit usaha kecil menengah yang bergerak dalam bidang produksi kerajinan berbahan kulit. Berbagai produk dihasilkan dengan memadukan aspek estetika dan fungsi, antara lain tas, dompet, ikat

pinggang, gantungan kunci, *card holder*, serta aksesoris lain yang dibuat menggunakan kulit asli maupun sintetis yang berkualitas. Jenis-jenis tas yang diproduksi antara lain, *sling bag, shoulder bag, totebag, clutch bag, pouch, handle bag, hobo bag, messenger bag, dan backpack*. Setiap jenis tas pun juga ada berbagai nama model desainnya. Seluruh produk di produksi manual melalui keterampilan tangan para pengrajin berpengalaman, sehingga menghasilkan karya yang tidak hanya kuat dan awet, tetapi juga memiliki keunikan serta nilai seni. Dalam pemasarannya, IKM Djoen Leather menawarkan produk dengan kisaran harga mulai Rp50.000 untuk produk aksesoris kecil hingga Rp2000.000 untuk produk premium yang memiliki desain eksklusif dan juga *custom*. Perbedaan harga tersebut mencerminkan kualitas bahan yang digunakan serta tingkat kompleksitas dalam proses produksi. Dibawah ini merupakan beberapa produk yang dihasilkan oleh IKM Djoen Leather:

1. Tas Ransel (*Backpack*)



Gambar 4. 3 Tas Ransel (*Backpack*)

2. *Totebag*



Gambar 4. 4 *Totebag*

3. *Slingbag*



Gambar 4. 5 *Slingbag*

4. *Pouch*



Gambar 4. 6 *Pouch*

5. *Handle bag*



Gambar 4. 7 *Handle bag*

6. *Clutch bag*



Gambar 4. 8 *Clutch bag*

7. *Hobo bag*

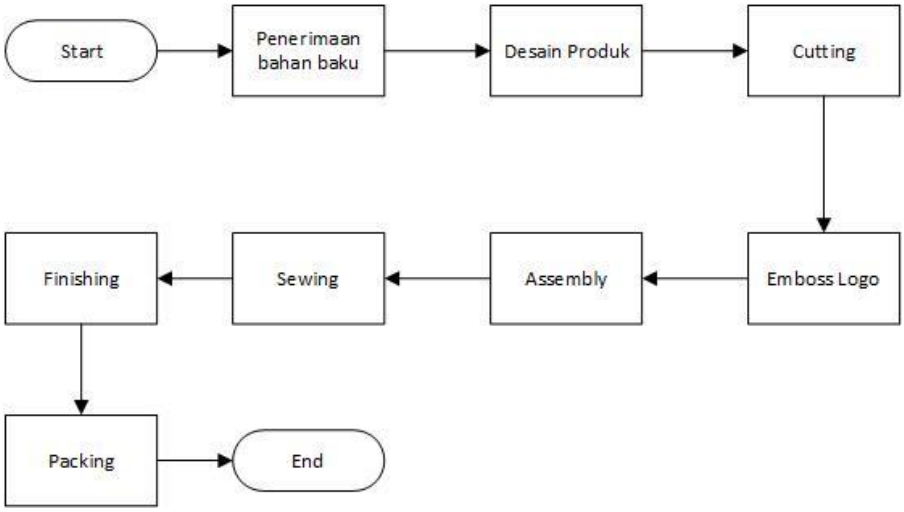


Gambar 4. 9 *Hobo bag*

Dari gambar beberapa produk diatas, terlihat bahwa penggunaan kulit asli berkualitas tinggi pada produk-produk tersebut memberikan nuansa mewah sekaligus daya tahan yang kuat, dengan tekstur alami yang semakin indah seiring waktu. Keunggulan lain tampak dari detail jahitannya yang presisi serta hasil *finishing* yang halus, mencerminkan keterampilan dan ketelitian para pengrajin dalam proses pembuatannya. Dari segi desain, tas ini dirancang elegan namun tetap praktis sehingga dapat digunakan baik untuk kebutuhan sehari-hari maupun acara formal, pun juga desain yang dibalut dengan motif *ecoprint* dan kombinasi batik sehingga menambah nilai estetika.

4.1.3 Proses Produksi

Proses produksi tas kulit di IKM Djoen Leather berlangsung secara berurutan mulai dari bahan baku mentah hingga produk akhir siap dipasarkan. Proses ini melibatkan beberapa tahapan utama, yang sebagian besar masih bersifat manual dan sangat bergantung pada keterampilan tenaga kerja. Model desain tas kulit yang di amati pada penelitian ini dipilih berdasarkan data jenis tas yang paling banyak diproduksi pada bulan September yaitu jenis *Handle Bag*. Produksi pada bulan September dilakukan berdasarkan sistem *make to stock*, di mana IKM Djoen Leather memproduksi berdasarkan tren permintaan dan tingkat penjualan tertinggi pada periode sebelumnya, bukan berdasarkan pesanan langsung pelanggan. Produk tas jenis ini dipilih untuk diproduksi terbanyak karena memiliki perputaran stok yang cepat dan desain yang relatif stabil sehingga sesuai untuk dijadikan objek penelitian. Tahap-tahap produksi tersebut dijelaskan secara rinci berikut ini:



Gambar 4. 10 Alur Proses Produksi Tas

a. Penerimaan bahan baku

Tahap pertama dalam produksi di IKM Djoen Leather adalah penerimaan bahan baku dari *supplier*. Bahan tersebut akan dicek terlebih dahulu kemudian disimpan di inventori bahan baku. Bahan utama berupa kulit sapi yang telah melalui proses penyamakan, sementara bahan tambahan meliputi kain furing, benang, resleting, ring logam, serta lem perekat. Bahan baku ini diambil sesuai jumlah yang dibutuhkan untuk produksi satu *batch* tas. Penataan bahan baku di tempat penyimpanan ruang produksi biasanya sederhana, dengan kulit ditumpuk, sedangkan aksesoris kecil disimpan dirak lemari dan diletakkan dalam wadah terpisah.



Gambar 4. 11 Inventori/Gudang Penyimpanan



Gambar 4. 12 Tempat Penyimpanan di Ruang Produksi



Gambar 4. 13 Rak Penyimpanan Bahan Pendukung

b. Proses Desain *Sample*

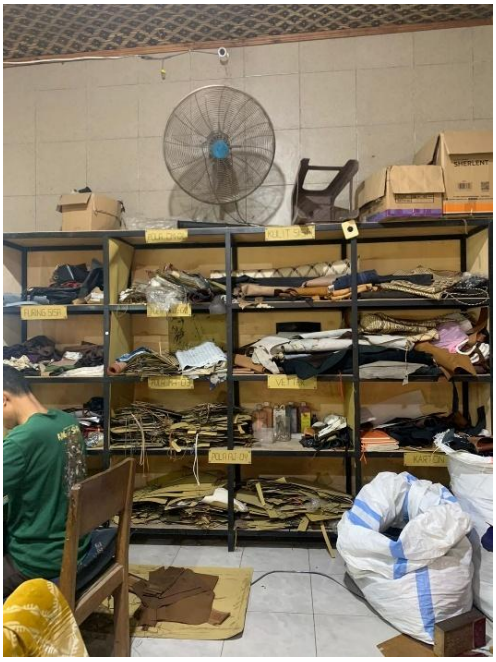
Desain dilakukan oleh pemilik usaha atau tim kreatif dengan mempertimbangkan tren pasar dan permintaan konsumen. Dari tahap ini dihasilkan gambar rancangan tas, ukuran, serta pola kertas (*pattern*) yang akan digunakan dalam pemotongan kulit. Pola desain berfungsi sebagai acuan utama agar bentuk tas yang dihasilkan konsisten dan sesuai standar.

Ruang *sample* merupakan tempat pembuatan contoh tas yang akan diproduksi dalam jumlah besar. Pembuatan *sample* ini bertujuan untuk memastikan bahwa desain, ukuran, dan

kualitas produk sesuai dengan standar yang diharapkan sebelum masuk ke lini produksi utama. Di ruang ini terdapat 2-3 orang pekerja yang bertugas membuat *sample* dan sekaligus memproduksi tas dalam jumlah kecil (*small batch*) untuk keperluan stok. Proses kerja di ruang *sample* mencakup seluruh tahapan pembuatan tas, mulai dari pemotongan bahan, perakitan, hingga *finishing*. Namun, untuk aktivitas penjahitan, tetap dilakukan di ruang produksi utama yang memiliki mesin jahit khusus kulit.

Berdasarkan informasi observasi, apabila hanya membuat 1 tas *custom*, penyelesaiannya membutuhkan waktu rata-rata ±2 hari karena dikerjakan manual oleh satu orang dari awal hingga akhir. Sedangkan untuk produksi dalam jumlah kecil, misalnya 9 tas, dapat diselesaikan dalam waktu sekitar 2 minggu. Hal ini menunjukkan bahwa ruang *sample* berfungsi ganda, yaitu:

1. Sebagai tempat validasi desain sebelum diproduksi massal.
2. Sebagai tempat produksi partai kecil atau pesanan khusus (*custom order*).



Gambar 4. 14 Tempat Penyimpanan Ruang *Sample*



Gambar 4. 15 Ruang *Sample*



Gambar 4. 16 Pengerjaan *Sample* Tas Kulit

c. Proses Pemotongan (*Cutting*)

Tahap *cutting* dilakukan setelah pola desain sudah selesai. Lembaran kulit dan kain dipotong berdasarkan pola desain tas yang sebelumnya sudah dibuat di atas kertas pola atau karton. Pola kemudian ditempelkan pada kulit dan kain untuk dijadikan acuan pemotongan. Operator menggunakan pisau potong khusus, alas kerja datar, serta dilakukan penyesetan menggunakan mesin untuk menjaga presisi. Proses pemotongan ini sangat menentukan bentuk akhir tas karena

ukuran dan kerapian potongan akan memengaruhi kemudahan saat perakitan dan penjahitan. Pada tahap ini, potongan kulit utama seperti badan tas, flap penutup, tali, kain furing, dan kantong disiapkan. Proses pemotongan pola kulit dan kain pada produksi tas ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 17 Proses Pemotongan Kulit dan Kain

d. Proses *Emboss* Logo

Setelah kulit dipotong sesuai pola, bagian tertentu diberi identitas merek melalui proses *emboss*. Operator menggunakan mesin *emboss* panas untuk menekan logo pada kulit, biasanya di bagian depan atau sisi dalam tas. Logo ini berfungsi sebagai tanda pengenal produk, meningkatkan nilai estetika, sekaligus menjadi standar kualitas karena semua produk resmi IKM Djoen Leather harus memiliki tanda *emboss*. Proses *emboss* logo ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 18 Proses *Emboss* Logo

e. Proses Perakitan dan Pengeleman (*Assembly*)

Tahap *assembly* merupakan proses awal perakitan struktur tas. Potongan-potongan pada proses sebelumnya seperti badan tas, flap penutup, tali, kain furing, dan kantong yang sudah dipersiapkan direkatkan menggunakan lem perekat. Operator mengoleskan lem pada sisi kulit yang akan disatukan, lalu menempelkannya sehingga membentuk rangka tas. Proses ini membutuhkan ketelitian karena posisi potongan kulit harus sesuai agar hasil jahitan nantinya rapi. Pada tahapan ini juga dilakukan perakitan resleting, pengait, dan komponen lainnya. Pada tahap ini, bentuk tas mulai terbentuk meskipun belum sepenuhnya kokoh. Proses pelapisan lem pada tahap perakitan produk tas kulit ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 19 Proses Pelapisan Lem Pada Tahap Perakitan Produk Tas Kulit

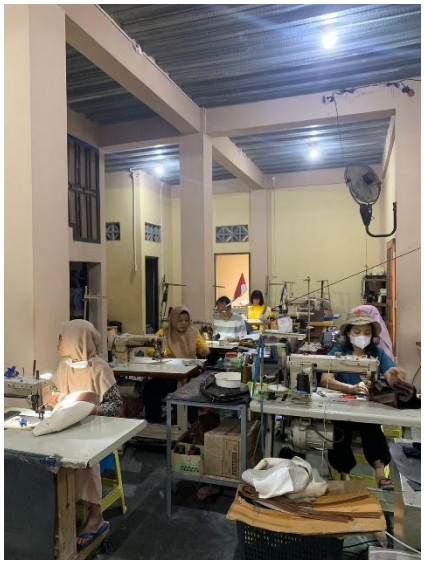
Jenis lem yang digunakan menimbulkan bau menyengat di ruangan, berpotensi menjadi *green waste.* Jenis lem yang digunakan yaitu merek *Lem Rajawali Super SM* ditunjukkan pada gambar dibawah.



Gambar 4. 20 Lem Rajawali

f. Proses Penjahitan (*Sewing*)

Setelah struktur dasar terbentuk dari tahap *assembly*, proses berlanjut ke penjahitan. Mesin jahit listrik digunakan untuk menyatukan potongan kulit secara permanen. Operator menjahit mengikuti pola sambungan yang sudah ditentukan, mulai dari badan utama, kain pelapis (*furing*), kantong, hingga tali. Penjahitan tidak hanya berfungsi menyatukan potongan, tetapi juga memberikan kekuatan dan estetika pada produk. Garis jahitan yang rapi dan konsisten menjadi penentu kualitas tas. Proses *sewing* ini merupakan tahap yang paling penting karena hasil akhirnya sangat menentukan kepuasan konsumen. Proses penjahitan tas kulit menggunakan mesin jahit ditunjukkan pada gambar dibawah.




Gambar 4. 21 Proses Penjahitan Tas Kulit Menggunakan Mesin Jahit

g. Proses *Finishing*

Setelah tas selesai dijahit, produk masuk ke tahap *finishing*. Aktivitas yang dilakukan antara lain memotong sisa-sisa benang (*trimming*), merapikan tepi kulit dengan *edge finishing*, serta memasang aksesoris tambahan seperti *resleting* dan ring logam. Pada tahap ini, tas sudah berbentuk lengkap dan siap digunakan, namun masih perlu diperhalus agar tampil lebih menarik. *Finishing* menjadi tahap penting untuk memberikan kesan profesional pada produk, sehingga dapat bersaing dengan produk sejenis di pasaran.



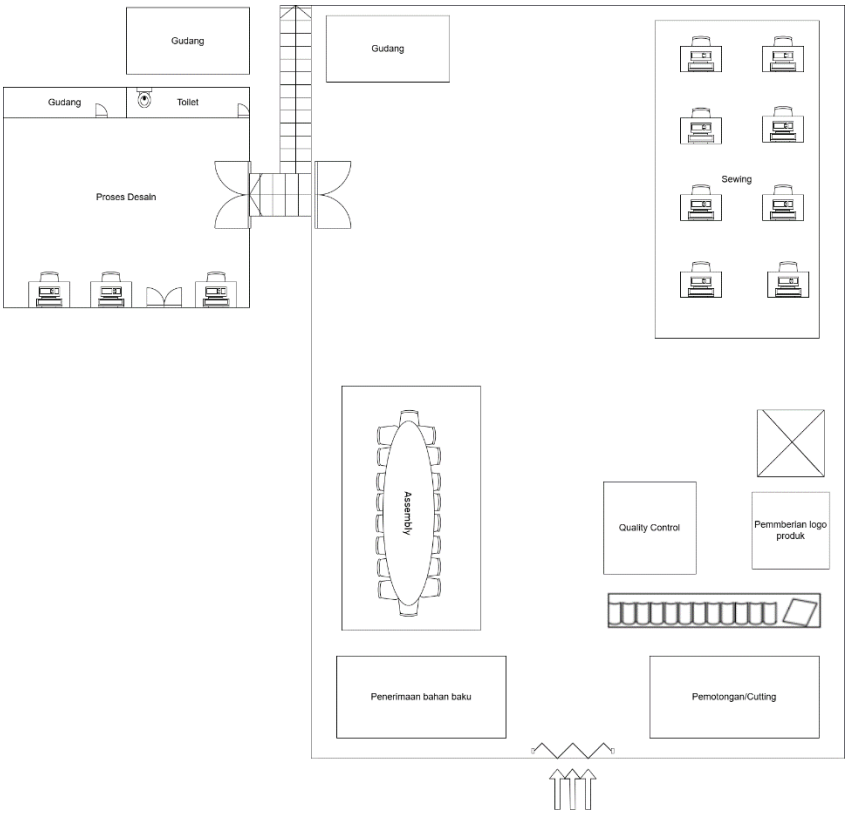
Gambar 4. 22 Proses *Finishing*

h. *Quality Control* (QC) dan *Packing*

Sebelum dikemas, setiap produk melewati pemeriksaan kualitas oleh bagian QC. Pemeriksaan mencakup kekuatan jahitan, kerapian *finishing*, kesesuaian desain dengan pesanan, serta fungsi aksesoris. Produk yang memenuhi standar kemudian dikemas menggunakan plastik atau kotak kemasan. Proses *packing* juga memperhatikan estetika, agar produk terlihat rapi saat sampai ke tangan konsumen. Produk yang lolos QC kemudian siap dipasarkan atau dikirim ke pembeli.

4.1.4 Tata Letak Produksi (*Layout*)

Tata letak produksi merupakan penataan posisi dan lokasi berbagai fasilitas seperti mesin, peralatan, stasiun kerja, serta area penyimpanan dalam ruang produksi. Tujuannya adalah untuk menciptakan aliran kerja yang efisien dan efektif sehingga proses dapat berjalan lancar, waktu tunggu antarproses dapat diminimalkan, jarak perpindahan bahan menjadi lebih singkat, serta aspek keselamatan kerja tetap terjaga. Tata letak produksi di IKM Djoen Leather ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 23 Tata Letak Produksi IKM Djoen Leather

Layout produksi ini menunjukkan alur proses pembuatan tas yang diawali dari area penerimaan bahan baku yang terletak di bagian kiri bawah ruang produksi. Setelah bahan

diterima, material dialirkan menuju proses pemotongan (*cutting*) di sisi kanan bawah, yang dilengkapi meja kerja panjang dan alat pemotong untuk menghasilkan potongan kulit sesuai pola tas yang akan dirakit. Setelah proses pemotongan selesai, material berpindah ke area pemberian logo produk di sisi kanan tengah, tempat identitas merek dicetak atau ditempel sebelum masuk ke tahap perakitan (*assembly*).

Area *assembly* berada di bagian tengah tata letak dan menjadi pusat aktivitas, dengan meja panjang dan beberapa kursi yang menunjukkan adanya kerja kelompok dalam menyatukan bagian-bagian tas menjadi satu kesatuan utuh. Selanjutnya, produk dialirkan ke area *sewing* (penjahitan) di sisi kanan atas, yang dipenuhi mesin jahit dan mencerminkan aktivitas yang membutuhkan ketelitian tinggi. Setelah proses penjahitan, tas akan diperiksa pada bagian *Quality Control* **(**QC**)** yang terletak di antara area *sewing* dan *assembly* untuk memastikan kualitas produk dari segi tampilan, fungsi, dan kerapian jahitan.

Sebelum didistribusikan, produk jadi disimpan sementara di gudang, yang berada di sisi kiri atas sebagai area penyimpanan bahan maupun produk. Adapun proses area desain yang berlokasi di pojok kiri bawah dekat toilet dan gudang berfungsi sebagai tempat perancangan pola, pembuatan desain baru, dan pengembangan model produk. Secara keseluruhan, *layout* ini menggambarkan aliran proses yang bergerak dari bawah ke atas dengan pola *zigzag*. Meskipun demikian, masih terdapat potensi *waste* pada perpindahan material karena belum seluruh area tersusun dalam aliran linear. Namun secara umum, tata letak ini telah memisahkan area kerja sesuai fungsinya dan memungkinkan pengawasan proses produksi secara terpusat.

4.1.5 Jam Kerja

Penetapan waktu kerja yang teratur diperlukan agar setiap proses produksi dapat berlangsung secara optimal tanpa menimbulkan kelelahan berlebih pada pekerja. Secara umum, kegiatan produksi di IKM Djoen Leather dilaksanakan setiap hari Senin hingga Sabtu, dengan durasi kerja efektif selama 8 jam per hari, dimulai pukul 08.00 WIB hingga 16.00 WIB.

Tabel 4. 1 Data Waktu Produksi

No	Hari	Waktu (Detik)
1	Senin	21.600
2	Selasa	21.600
3	Rabu	21.600
4	Kamis	21.600
5	Jumat	21.600

6	Sabtu	21.600

4.1.6 Data Produksi

Data produksi menggambarkan *output* yang dihasilkan oleh IKM Djoen Leather dalam kurun waktu tertentu. Informasi ini penting untuk mengetahui variasi produk yang diproduksi, jumlah unit yang dihasilkan, serta tren permintaan yang terjadi pada periode pengamatan. Berdasarkan data, diiketahui bahwa kapasitas produksi IKM Djoen Leather berada pada kisaran 600unit tas per bulan, serta berdasarkan data jenis tas yang paling banyak diproduksi yaitu jenis *Handle Bag* sebanyak 250 unit. Data produksi pada bulan September 2025 ditunjukkan pada tabel dibawah.

Tabel 4. 2 Data Produksi

No	Produk / Kategori	Jumlah
1.	*Handle bag*	250
2.	*Pouch bag*	115
3.	*Sling bag*	95
4.	*Shoulder bag*	55
5.	*Waist bag*	45
6.	*Messenger bag*	25
7.	*Clutch bag*	6
8.	*Totebag (Shoper)*	6
9.	Ransel *bag (Backpack)*	3

Data pada tabel diatas, diperoleh dari hasil dokumentasi lapangan melalui foto buku catatan produksi bulanan IKM Djoen Leather yang diberikan oleh pihak IKM Djoen Leather dengan menjalankan sistem produksi *make to stock*. Buku tersebut merupakan rekap manual yang digunakan IKM untuk mencatat hasil produksi setiap jenis produk kulit.

4.1.7 Waktu Proses Produksi

Pengukuran waktu pada penelitian ini dilakukan dengan terlebih dahulu mendefinisikan aktivitas detail dari setiap tahapan produksi tas kulit. Tujuan dari tahap ini adalah memberikan gambaran sistematis mengenai alur kerja mulai dari penerimaan bahan baku hingga tahap akhir *quality control* dan *packing*. Setiap proses utama diuraikan menjadi aktivitas yang lebih spesifik agar lebih mudah dilakukan pengamatan, pencatatan waktu, serta pengolahan data pada tahap

selanjutnya (uji kecukupan data, uji keseragaman data, dan pemetaan EVSM). Selain itu, setiap aktivitas diberikan kode aktivitas untuk memudahkan identifikasi dan keterlacakan saat analisis data.

a. Aktivitas Produksi

Berikut merupakan tabel yang menyajikan rangkuman proses produksi beserta aktivitas detail dan kode aktivitasnya:

Tabel 4. 3 Daftar Proses Produksi, Aktivitas, dan Kode Aktivitas

No	Proses Produksi / Lokasi	Aktivitas Detail (Urutan Pekerjaan)	Kode
1	A. Penerimaan Bahan Baku	Menerima bahan dari pemasok	A1
		Memeriksa kondisi & kualitas bahan (kulit, furing, aksesoris)	A2
		Menyimpan bahan di ruang inventori / menandai *batch*	A3
2	B. Desain Produk	Membuat desain produk baru / menyesuaikan desain lama	B1
		Membuat pola kertas / pola digital	B2
		Menyetujui desain & pola sebelum produksi	B3
3	C. Pemotongan (*Cutting*)	Menyiapkan pola (*pattern*)	C1
		Menempelkan pola pada kulit	C2
		Memotong kulit mengikuti pola	C3
		Memotong kain furing	C4
		Seset/perapihan potongan kecil	C5
		Mengumpulkan potongan ke kardus/*boxing*	C6
4	D. *Emboss* Logo	Menyiapkan mesin *emboss*	D1
		Memanaskan plat *emboss*	D2
		Meletakkan potongan kulit pada posisi *emboss*	D3
		Menekan / mencetak logo pada kulit	D4
5	E. Perakitan dan Pengeleman (*Assembly*)	Mengambil potongan & menata komponen	E1
		Menyiapkan kulit & furing untuk pengelem	E2
		Mengoleskan lem perekat	E3
		Menyatukan potongan	E4
		Menyusun hasil ke rak	E5
		Menunggu pengeringan lem	E6
		Memeriksa sambungan sebelum jahit	E7
		Assembly furing	E8
6	F. Penjahitan (*Sewing*)	Menyiapkan mesin jahit & benang	F1
		Menjahit badan utama tas	F2
		Menjahit komponen tambahan (saku, flap, tali)	F3
		Menjahit *lining* bagian dalam	F4
		Menyatukan *lining* dengan badan tas	F5
		Menjahit aksesoris tambahan (resleting, ring)	F6

7	G. *Finishing*	Menyelesaikan jahitan akhir	F7
		Mengecek hasil jahitan	F8
		Trimming sisa benang/kulit	G1
		Edge finishing	G2
		Pemasangan resleting	G3
		Pemasangan ring logam & aksesoris	G4
8	H. *Quality Control* & *Packing*	Pemeriksaan visual & kerapian	H1
		Pengujian fungsi resleting & aksesoris	H2
		Mengemas produk ke plastik/kotak kemasan	H3
		Menyusun & menyimpan produk jadi	H4

b. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan untuk memastikan bahwa jumlah pengamatan yang dilakukan sudah memenuhi tingkat kepercayaan yang ditetapkan. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$N' = \left(\frac{k.s}{\bar{x}.d}\right)$$

dengan:

N′ = jumlah pengamatan yang seharusnya dilakukan,

k = konstanta tingkat kepercayaan (untuk 95%, k = 2),

s = standar deviasi dari data,

$\bar{x}$ = rata-rata waktu aktivitas,

d = tingkat ketelitian (10%).

Jika hasil perhitungan menunjukkan N′≤ n (n = jumlah pengukuran aktual, yaitu 10 kali), maka data dianggap cukup. Berikut ini merupakan tabel perhitungan uji kecukupan data yang dihitung menggunakan *Microsoft Excel* pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 4 Hasil Uji Kecukupan Data

Kode	Aktivitas Ringkas	Rata-rata (detik)	Standar Deviasi (detik)	N' (dihitung)	Keterangan
A1	Menerima bahan baku	178	3,2	4	Cukup
A2	Memeriksa kualitas bahan	185	4,1	4	Cukup
A3	Menyimpan bahan baku	160	3,5	4	Cukup
B1	Membuat desain produk	300	7,5	5	Cukup
B2	Membuat pola desain	260	6,8	5	Cukup
B3	Menyetujui desain & pola sebelum produksi	120	3,2	5	Cukup
C1	Menyiapkan pola	240	6,2	5	Cukup

C2	Menempel pola pada kulit	195	5,0	5	Cukup
C3	Memotong kulit sesuai pola	450	9,8	4	Cukup
C4	Memotong kain furing	210	5,4	5	Cukup
C5	Seset / perapihan potongan	280	7,2	5	Cukup
C6	Mengumpulkan potongan	155	3,9	5	Cukup
D1	Menyiapkan mesin *emboss*	120	3,5	6	Cukup
D2	Memanaskan plat *emboss*	180	4,8	5	Cukup
D3	Posisi kulit untuk *emboss*	25	1,1	8	Cukup
D4	Menekan logo	30	1,3	8	Cukup
E1	Menata komponen	210	5,5	5	Cukup
E2	Menyiapkan kulit & furing	190	4,6	5	Cukup
E3	Mengoleskan lem	240	6,1	5	Cukup
E4	*Alignment* potongan (*hand press*)	200	4,8	5	Cukup
E5	Menyusun hasil ke rak	150	3,7	5	Cukup
E6	Menunggu pengeringan lem	360	8,0	4	Cukup
E7	Memeriksa sambungan	170	4,2	5	Cukup
E8	*Assembly furing*	220	5,6	5	Cukup
F1	Menyiapkan mesin jahit	160	4,0	5	Cukup
F2	Menjahit badan tas	1200	25,0	4	Cukup
F3	Menjahit saku, flap, tali	780	19,0	5	Cukup
F4	Menjahit lining dalam	600	14,0	5	Cukup
F5	Menyatukan *lining* dengan badan tas	720	18,0	5	Cukup
F6	Menjahit aksesoris (resleting)	540	12,5	5	Cukup
F7	Menyelesaikan jahitan akhir	660	16,0	5	Cukup
F8	Mengecek hasil jahitan	220	5,3	5	Cukup
G1	*Trimming*	200	5,0	5	Cukup
G2	*Edge finishing*	240	6,0	5	Cukup
G3	Pasang resleting	260	6,8	5	Cukup
G4	Pasang ring logam & aksesoris	180	4,5	5	Cukup
H1	Pemeriksaan visual	150	3,8	5	Cukup
H2	Uji fungsi resleting & komponen	160	4,1	5	Cukup

H3	*Packing* ke plastik / kotak	140	3,5	5	Cukup
H4	Penyusunan & penyimpanan produk	145	3,7	5	Cukup

Berdasarkan hasil perhitungan, seluruh aktivitas memiliki nilai N′ lebih kecil dari jumlah pengukuran aktual (n = 10). Dengan demikian, jumlah data pengamatan yang dikumpulkan sudah cukup dan dapat digunakan untuk tahap analisis selanjutnya.

c. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data dilakukan untuk memastikan bahwa data hasil pengukuran waktu produksi bersifat seragam dan tidak terdapat penyimpangan yang terlalu besar. Pengujian ini menggunakan konsep peta kendali (*control chart*) dengan menghitung batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB).

$$\boldsymbol{BKA\ atau\ BKB = \bar{x} \pm 3\sigma}$$

dengan:

$\bar{x}$ = rata-rata waktu aktivitas,

σ = standar deviasi.

Jika seluruh nilai pengamatan berada dalam rentang BKB ≤ Xi ≤ BKA, maka data dinyatakan seragam. Hasil uji keseragaman data ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 5 Hasil Uji Keseragaman Data

Kode	Aktivitas Ringkas	Rata-rata (detik)	σ (detik)	BKA (detik)	BKB (detik)	Keterangan
A1	Menerima bahan baku	178	3,2	187,6	168,4	Seragam
A2	Memeriksa kualitas bahan	185	4,1	197,3	172,7	Seragam
A3	Menyimpan bahan baku	160	3,5	170,5	149,5	Seragam
B1	Membuat desain produk	300	7,5	322,5	277,5	Seragam
B2	Membuat pola desain	260	6,8	280,4	239,6	Seragam
B3	Menyetujui desain & pola sebelum produksi	120	3,2	129,6	110,4	Seragam
C3	Memotong kulit sesuai pola	450	9,8	479,4	420,6	Seragam
C4	Memotong kain furing	210	5,4	226,2	193,8	Seragam
C5	Seset / perapihan potongan	280	7,2	301,6	258,4	Seragam
C6	Mengumpulkan potongan	155	3,9	166,7	143,3	Seragam
D1	Menyiapkan mesin *emboss*	120	3,5	130,5	109,5	Seragam

D2	Memanaskan plat *emboss*	180	4,8	194,4	165,6	Seragam
D3	Posisi kulit untuk *emboss*	25	1,1	28,3	21,7	Seragam
D4	Menekan logo	30	1,3	33,9	26,1	Seragam
E1	Menata komponen	210	5,5	226,5	193,5	Seragam
E2	Menyiapkan kulit & furing	190	4,6	203,8	176,2	Seragam
E3	Mengoleskan lem	240	6,1	258,3	221,7	Seragam
E4	*Alignment* potongan (*hand press*)	200	4,8	214,4	185,6	Seragam
E5	Menyusun hasil ke rak	150	3,7	161,1	138,9	Seragam
E6	Menunggu pengeringan lem	360	8,0	384,0	336,0	Seragam
E7	Memeriksa sambungan	170	4,2	182,6	157,4	Seragam
E8	*Assembly furing*	220	5,6	236,8	203,2	Seragam
F1	Menyiapkan mesin jahit	160	4,0	172,0	148,0	Seragam
F2	Menjahit badan tas	1200	25,0	1275	1125	Seragam
F3	Menjahit saku, flap, tali	780	19,0	837,0	723,0	Seragam
F4	Menjahit *lining* dalam	600	14,0	642,0	558,0	Seragam
F5	Menyatukan *lining* dengan badan tas	720	18,0	774,0	666,0	Seragam
F6	Menjahit aksesoris (resleting)	540	12,5	577,5	502,5	Seragam
F7	*Closing seam*	660	16,0	708,0	612,0	Seragam
F8	Mengecek hasil jahitan	220	5,3	235,9	204,1	Seragam
G1	*Trimming*	200	5,0	215,0	185,0	Seragam
G2	*Edge finishing*	240	6,0	258,0	222,0	Seragam
G3	Pasang resleting	260	6,8	280,4	239,6	Seragam
G4	Pasang ring logam & aksesoris	180	4,5	193,5	166,5	Seragam
H1	Pemeriksaan visual	150	3,8	161,4	138,6	Seragam
H2	Uji fungsi resleting & komponen	160	4,1	172,3	147,7	Seragam
H3	*Packing* ke plastik / kotak	140	3,5	150,5	129,5	Seragam
H4	Penyusunan & penyimpanan produk	145	3,7	156,1	133,9	Seragam

Hasil uji keseragaman menunjukkan bahwa semua aktivitas memiliki nilai pengamatan yang berada di antara batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB). Dengan

demikian, data waktu proses produksi dinyatakan seragam dan dapat digunakan untuk tahap analisis selanjutnya.

d. Hasil Pengukuran Waktu Proses Produksi

Setelah dilakukan uji kecukupan dan keseragaman data, tahap berikutnya adalah penyajian hasil pengukuran waktu produksi. Pengukuran dilakukan sebanyak 10 kali pengulangan pada masing-masing proses utama, mulai dari penerimaan bahan baku (A) hingga proses *quality control* dan *packing* (H). Tujuannya adalah untuk memperoleh gambaran yang lebih akurat mengenai variasi waktu tiap proses dan menghitung rata-rata waktu (*cycle time*) yang akan digunakan dalam analisis lanjutan.

Tabel 4. 6 Kode Proses Produksi

Kode	**Nama Proses**
A	Penerimaan bahan baku
B	Desain
C	*Cutting*
D	Emboss logo
E	*Assembly* / Pengeleman
F	*Sewing* / Penjahitan
G	*Finishing*
H	*Quality Control* (QC) & *Packing*

Hasil pengukuran waktu produksi ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 7 Hasil Pengukuran Waktu Proses Produksi (satuan: detik)

Pengukuran ke-	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**
1	510	780	1490	340	1690	4720	860	570
2	525	800	1520	355	1720	4800	880	585
3	538	814	1545	360	1745	4850	900	600
4	520	799	1530	348	1730	4780	870	590
5	535	799	1510	352	1710	4820	885	595
6	530	813	1550	358	1750	4900	895	605
7	522	799	1525	349	1725	4875	878	598
8	518	791	1505	351	1705	4795	862	582
9	540	814	1538	365	1740	4930	892	610
10	523	808	1542	360	1735	4855	882	600
Rata-rata	**526.1**	**801.7**	**1525.5**	**353.8**	**1725**	**4832.5**	**880.4**	**593.5**

Untuk proses yang bersifat tidak rutin seperti penerimaan bahan baku, waktu proses tidak dapat diukur langsung sebanyak 10 kali. Oleh karena itu, dilakukan pendekatan simulatif berdasarkan kisaran waktu hasil wawancara dengan operator yaitu 8-9 menit, dengan menambahkan variasi kecil kurang lebih 2-3% untuk merepresentasikan fluktuasi waktu alami. Pendekatan ini digunakan agar data tetap seragam untuk analisis statistik dan dapat menggambarkan kondisi aktual di lapangan. Menurut (S. Muhs, Karwowski, & Kern, 2018), performa manusia dalam aktivitas kerja menunjukkan variabilitas waktu yang signifikan antara pengukuran-pengukuran terpisah (*temporal variability*) sehingga pengukuran tunggal kurang representatif. Dalam buku (Freivalds & Niebel, 2014) disebutkan bahwa yang disebut '*standard time*' terdiri dari *basic time* ditambah *allowance* untuk variabilitas manusia dan kondisi kerja. Oleh karena itu, dalam penelitian ini pengukuran waktu dilakukan sebanyak 10 kali pengulangan untuk setiap proses utama yang bersifat rutin, sedangkan proses tidak rutin seperti penerimaan bahan baku menggunakan pendekatan simulatif. Dengan demikian, seluruh data waktu yang diperoleh dapat merepresentasikan kondisi aktual di lapngan secara konsisten. agar dapat menangkap fluktuasi alami waktu kerja.

Berdasarkan waktu proses sebelumnya, dilakukan penyusunan *lead time* guna melihat total durasi produksi termasuk waktu tunggu. Rincian *lead time* ditampilkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 8 Rincian Tabel *Lead Time* (satuan: detik)

Kode	**Proses Utama**	***Cycle Time***	***Waiting Time***	***Lead Time Total***
A	Penerimaan bahan baku	526,1	60	586,1
B	Desain	802,6	0	802,6
C	*Cutting*	1525,5	120	1645,5
D	*Emboss*	353,8	0	353,8
E	*Assembly*	1725	360	2085
F	*Sewing*	4832,5	180	5012,5
G	*Finishing*	880,4	60	940,4
H	*QC & Packing*	593,5	30	623,5
TOTAL		**11239,4**	**810 detik (13,5 menit)**	**12049,4 detik**

Tabel 4.9 dibawah ini menunjukan data jumlah operator pada setiap aktivitas atau stasiun kerja pada produksi IKM Djoen Leather.

Tabel 4. 9 Operator Setiap Proses/Unit Produksi

Kode	Nama Proses	Jumlah Operator
A	Penerimaan & bahan baku	4
B	Desain	2
C	*Cutting*	2
D	*Emboss* logo	2
E	*Assembly* / Pengeleman	8
F	*Sewing* / Penjahitan	6
G	*Finishing*	2
H	*Quality Control* (QC) & *Packing*	2

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 *Current State* EVSM dan PAM

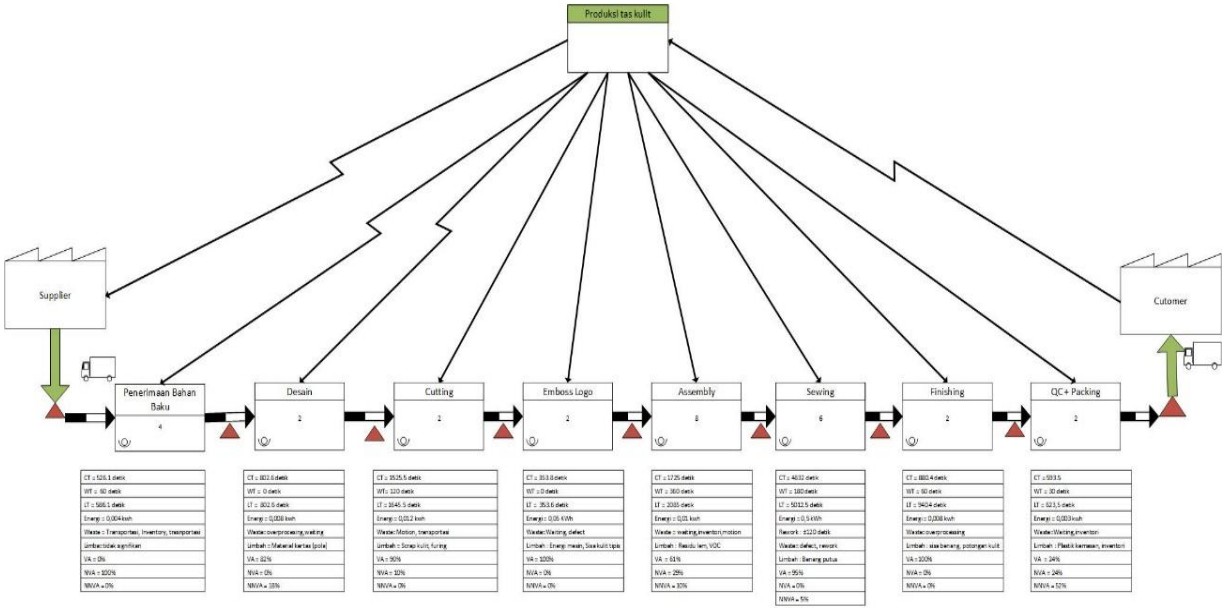
Pada tahap ini dilakukan pemetaan proses produksi menggunakan *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM) dan *Process Activity Mapping* (PAM).

a. *Current State* EVSM

Pemetaan *Current State Environmental Value Stream Mapping* (EVSM) dilakukan untuk menggambarkan kondisi aktual proses produksi tas kulit di IKM Djoen Leather, mulai dari tahap penerimaan bahan baku hingga produk dikemas dan siap dikirim ke *customer*. Berbeda dengan *Value Stream Mapping* (VSM) konvensional, EVSM tidak hanya memetakan aliran material, informasi, dan waktu proses, tetapi juga memperhatikan aspek lingkungan berupa penggunaan energi serta timbulnya limbah pada setiap aktivitas produksi.

Pemetaan *current state* EVSM disusun berdasarkan hasil observasi langsung di lapangan, wawancara dengan pemilik dan pekerja, serta pengukuran waktu proses. Aktivitas produksi yang dipetakan terdiri dari delapan proses utama yang diberi kode A hingga H, yaitu penerimaan bahan baku, desain, *cutting*, *emboss*, *assembly*, *sewing*, *finishing*, serta *quality control* dan *packing*. Pada setiap proses dicatat informasi terkait

cycle time, waiting time, lead time, jumlah operator, konsumsi energi, serta jenis limbah yang dihasilkan seperti ditunjukkan pada Gambar 4.24.



Gambar 4. 24 Pemetaan Current State EVSM

Berdasarkan hasil pemetaan, total waktu siklus produksi tas kulit adalah sebesar 11.239,4 detik, dengan total waktu tunggu sebesar 810 detik, sehingga menghasilkan total *lead time* produksi sebesar 12.049,4 detik. Proses *sewing* memiliki *cycle time* paling panjang dibandingkan proses lainnya, sedangkan waktu tunggu paling besar terjadi pada proses *assembly* dan *sewing* akibat adanya jeda antar aktivitas.

Selain menggambarkan aliran waktu dan proses, pemetaan *current state* EVSM juga menunjukkan lokasi terjadinya pemborosan (*waste*) pada sistem produksi. *Waste waiting* paling dominan teridentifikasi pada proses *assembly*, khususnya pada aktivitas menunggu pengeringan lem yang masih dilakukan secara alami tanpa alat bantu, sehingga menambah waktu tunggu proses. *Waste waiting* juga muncul pada proses *sewing* akibat jeda antaraktivitas jahit dan pemeriksaan hasil jahitan.

Waste defect dan *rework* terutama terjadi pada proses *sewing*, yang ditunjukkan oleh adanya aktivitas pengecekan dan perbaikan jahitan sebelum produk dapat dilanjutkan ke tahap *finishing*. Sementara itu, *waste material scrap* banyak ditemukan pada proses *cutting*, berupa sisa potongan kulit dan kain furing yang tidak dapat dimanfaatkan secara optimal akibat metode pemotongan dan penataan pola yang masih manual.

Dari sisi lingkungan, pemetaan EVSM menunjukkan bahwa konsumsi energi listrik digunakan hampir pada seluruh proses produksi, baik untuk mesin utama seperti mesin jahit

dan mesin *emboss*, maupun untuk peralatan pendukung seperti lampu dan kipas angin di area kerja. Intensitas konsumsi energi tertinggi terdapat pada proses *sewing* dan *emboss*, seiring dengan durasi penggunaan mesin yang relatif panjang. Perhitungan konsumsi energi listrik dilakukan dengan rumus (Fatih & Mursalim, 2025):

$$Energi\ (Wh) = Daya\ Peralatan\ (W)\ x\ Waktu\ Penggunaan\ (Jam)$$

Tabel 4. 10 Material Proses Produksi

No	Proses	Aktivitas	Jenis Material / Energi	Jumlah / Konsumsi	Output / Limbah
1	Penerimaan Bahan	Menerima & menyimpan bahan	Kulit	1,5 kg	-
			Furing	0,5 kg	-
			Listrik	4 Wh	-
2	Desain	Membuat pola & desain	Kertas / Digital	0,2 lembar	Kertas
			Listrik	8 Wh	-
3	*Cutting*	Memotong kulit & furing	Kulit	1,5 kg	*Scrap* kulit 0,2 kg
			Kain furing	0,5 kg	*Scrap* furing 0,05 kg
			Listrik	12 Wh	-
4	*Emboss* Logo	Menekan logo pada kulit	Listrik	5 Wh	-
			Plat logam	1 unit	-
5	*Assembly* / Perakitan	Menata komponen & lem	Lem	15 g	VOC, Residu lem
			Listrik	10 Wh	-
6	Penjahitan (*Sewing*)	Menjahit badan tas & aksesoris	Kulit / Furing	1,5 kg	Potongan kecil / *scrap*
			Benang	20 m	-
			Listrik	50 Wh	-
7	*Finishing*	*Trimming, edge finishing*, pemasangan aksesoris	Kulit / Furing	1,5 kg	*Scrap* kecil, benang
			Kulit / Furing	1,5 kg	*Scrap trimming* 0,05 kg
			Resleting / Ring logam	1 set	-
			Listrik	8 Wh	-

8	QC & *Packing*	Pemeriksaan & pengemasan	Plastik / Kardus Listrik	0,1 kg 3 Wh	Kemasan sisa -

Perhitungan konsumsi energi listrik pada setiap tahapan proses produksi dilakukan dengan menggunakan rumus energi listrik, yaitu perkalian antara daya peralatan listrik (*Watt*) dan waktu operasi aktual (jam). Daya peralatan diperoleh dari spesifikasi teknis mesin yang digunakan di IKM Djoen Leather, sedangkan waktu operasi merupakan rata-rata durasi aktivitas yang dibutuhkan untuk memproses satu unit produk. Meskipun beberapa peralatan utama seperti mesin jahit industri memiliki daya terpasang relatif besar, yaitu sebesar 500 W, konsumsi energi listrik per produk tetap rendah karena waktu penggunaannya bersifat singkat dan tidak kontinu.

Selain itu, *waste* berupa transportasi internal dan penumpukan material terlihat pada proses penerimaan bahan baku dan *assembly*, akibat aktivitas pemindahan dan penyimpanan sementara komponen sebelum proses berikutnya. Hasil pemetaan ini selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk pemetaan aktivitas yang lebih rinci melalui *Process Activity Mapping* (PAM).

a. Process Activity Mapping (PAM)

Process Activity Mapping (PAM) digunakan untuk memetakan seluruh aktivitas produksi tas kulit secara lebih rinci berdasarkan jenis aktivitas, waktu penyelesaian, serta nilai tambah yang dihasilkan. PAM berfungsi sebagai alat untuk mengidentifikasi hubungan antara aktivitas operasional dengan waktu proses, sehingga dapat dibedakan aktivitas yang bernilai tambah dan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah bagi produk.

Process Activity Mapping (PAM) diperoleh dari hasil observasi langsung terhadap proses produksi yang telah dipetakan pada *Current State* EVSM. Setiap aktivitas produksi dikelompokkan ke dalam lima kategori utama, yaitu *Operation* (O), *Transportation* (T), *Inspection* (I), *Storage* (S), dan *Delay* (D). Selain itu, setiap aktivitas juga diklasifikasikan ke dalam *Value Added* (VA), *Necessary but Non-Value Added* (NNVA), dan *Non-Value Added* (NVA). *Green production* berfokus pada proses produksi yang menggunakan sumber daya secara efisien, mengurangi dampak polusi, dan tidak hanya terbatas pada prinsip daur ulang, tetapi mencakup keseluruhan pengelolaan sumber daya (air, mineral, dan lainnya) (Suparmoko, 2002).

Tabel 4. 11 *Process Activity Mapping* (PAM)

No	Proses	Aktivitas	Waktu (detik)	Kode	Klasifikasi *Waste*							O	T	I	S	D	VA/NVA/NNVA
					Air	Energi	Material	Sampah	Transportasi	Emisi	Biodiversitas						
1	Penerimaan Bahan	Menerima bahan baku	178	A1		√			√				√				NVA
		Memeriksa kualitas bahan	185	A2		√	√							√			NVA
		Menyimpan bahan baku	160	A3		√			√						√		NVA
2	Desain	Membuat desain produk baru / menyesuaikan lama	300	B1		√		√				√					VA
		Membuat pola kertas / pola digital	260	B2		√		√				√					VA
		Menyetujui desain & pola sebelum produksi	120	B3												√	NNVA

3	Pemotongan (*Cutting)*	Menyiapkan pola	240	C1	√		√					√	VA
		Menempel pola pada kulit	195	C2	√		√					√	VA
		Memotong kulit sesuai pola	450	C3	√	√	√					√	VA
		Memotong kain furing	210	C4	√	√	√					√	VA
		Seset / perapihan potongan	280	C5	√	√	√					√	VA
		Mengumpulkan potongan	155	C6				√					√ NVA
4	*Emboss* Logo	Menyiapkan mesin *emboss*	120	D1	√							√	VA
		Memanaskan plat *emboss*	180	D2	√				√			√	VA
		Posisi kulit untuk *emboss*	25	D3								√	VA
		Menekan logo	30	D4	√				√			√	VA
5	Perakitan dan Pengelaman	Menata komponen	210	E1	√			√				√	VA

	(*Assembly*)												
		Menyiapkan kulit & furing	190	E2		√					√		VA
		Mengoleskan lem	240	E3		√	√		√		√		VA
		Alignment potongan (*hand press*)	200	E4							√		VA
		Menyusun hasil ke rak	150	E5		√		√				√	NVA
		Menunggu pengeringan lem	360	E6					√				NVA
		Memeriksa sambungan	170	E7								√	NNVA
		Assembly furing	220	E8	√	√	√				√		VA
6	Penjahitan (*Sewing*)	Menyiapkan mesin jahit	160	F1	√						√		VA
		Menjahit badan tas	1200	F2	√		√				√		VA
		Menjahit saku, flap, tali	780	F3	√		√				√		VA
		Menjahit lining dalam	600	F4	√		√				√		VA

		Menyatukan lining dengan badan tas	720	F5	√		√				√			VA
		Menjahit aksesoris (resleting)	540	F6	√		√				√			VA
		Menyelesaikan jahitan akhir	660	F7	√		√				√			VA
		Mengecek hasil jahitan	220	F8								√		NNVA
7	*Finishing*	*Trimming*	200	G1			√				√			VA
		Edge finishing	240	G2		√	√				√			VA
		Pasang resleting	260	G3	√						√			VA
		Pasang ring logam & aksesoris	180	G4	√						√			VA
8	QC & *Packing*	Pemeriksaan visual	150	H1	√							√		NNVA
		Uji fungsi resleting & komponen	160	H2	√							√		NNVA
		Packing ke plastik/kotak	140	H3	√		√				√			VA
		Penyusunan &	145	H4	√			√					√	NVA

	penyimpan an produk									

Keterangan

O = *Operation*, T = *Transportation*, I = *Inspection*, S = *Storage*, D = *Delay*

VA = *Value Added*

NNVA = *Necessary but Non-Value Added*

NVA = *Non-Value Added*

Berdasarkan *Process Activity Mapping* didapatkan hasil perhitungan waktu dan Presentase tiap aktivitas yang dijelasakan dalam Tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Total Waktu

Kategori	Jumlah	Total Waktu (detik)	Persentase
O (*Operation*)	27	8.043	71.90%
T (*Transport*)	3	495	4.40%
I (*Inspection*)	5	885	7.90%
S (*Storage*)	2	305	2.70%
D (*Delay*)	3	1.455	13.00%
VA (*Value Added*)	17	7.02	62.80%
NNVA (*Necessary but Non-Value Added*)	18	3.193	28.60%
NVA (*Non-Value Added*)	5	970	8.70%
Cycle Time		11.183	

Dari hasil PAM ini terlihat bahwa sebagian besar aktivitas bernilai tambah terdapat pada proses *cutting*, *emboss*, perakitan, dan penjahitan, yang memang menjadi inti dari pembuatan tas kulit. Namun demikian, ditemukan juga aktivitas yang masuk kategori NNVA dan NVA, seperti waktu tunggu saat pengeringan lem, perapihan potongan (seset), *trimming*, serta gerakan tambahan pada saat penjahitan. Aktivitas-aktivitas inilah yang nantinya menjadi fokus usulan perbaikan.

PAM juga menunjukkan bahwa penggunaan energi terbesar terjadi pada proses emboss dan sewing, akibat penggunaan mesin listrik dan pemanasan plat *emboss*. Sedangkan *green waste* paling banyak timbul pada tahap *cutting* dan *finishing*, berupa sisa kulit, kain furing, benang, dan plastik kemasan. Aktivitas *assembly* menimbulkan dampak tambahan berupa emisi VOC dari penggunaan lem perekat berbasis pelarut.

4.2.2 Identifikasi *Waste*

Identifikasi pemborosan dilakukan pada tingkat aktivitas (unit kerja/*step*) untuk menangkap sumber *waste* yang paling konkrit. Pendekatan mengkombinasikan hasil observasi lapangan, catatan waktu rata-rata aktivitas, dan pengetahuan proses (*lean & green*). Untuk setiap aktivitas dicantumkan jenis pemborosan *Lean Waste* (*Waiting, Defect/Rework, Overprocessing, Transportation, Inventory, Motion, Overproduction*) dan kategori *Green Waste* (*Material scrap, Chemical*/VOC, Energi, Sampah/*Packaging*, Emisi, Dampak terhadap lingkungan sekitar).

a. *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ)

Untuk menilai tingkat pemborosan pada proses produksi, digunakan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ). Instrumen ini berisi pertanyaan yang mewakili kategori pemborosan dalam konsep *Lean Manufacturing* (7 *waste*) serta tambahan *green waste* untuk menilai dampak lingkungan. Setiap pertanyaan dinilai dengan skala 1–5, di mana angka 1 menunjukkan frekuensi sangat rendah dan angka 5 menunjukkan frekuensi sangat tinggi.

Tabel 4. 13 Kuesioner *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ)

No	Pertanyaan	Skala (1–5)
1	Apakah sering terjadi produk cacat (*defect*) yang harus diperbaiki (*rework*)?	1 = Tidak Pernah … 5 = Sangat Sering
2	Apakah pekerja sering menunggu (*waiting*) bahan atau proses berikutnya?	1 = Tidak Pernah … 5 = Sangat Sering
3	Apakah terjadi *overproduction* (produksi melebihi permintaan)?	1 = Tidak Pernah … 5 = Sangat Sering
4	Apakah proses transportasi material antar stasiun kerja berlebihan?	1 = Tidak Pernah … 5 = Sangat Sering
5	Apakah penyimpanan bahan baku atau WIP (*inventory*) terlalu lama/menumpuk?	1 = Tidak Pernah … 5 = Sangat Sering
6	Apakah pekerja melakukan gerakan berlebih (*motion*) yang tidak produktif?	1 = Tidak Pernah … 5 = Sangat Sering
7	Apakah sering terjadi *overprocessing* (pekerjaan ulang yang tidak perlu)?	1 = Tidak Pernah … 5 = Sangat Sering
8	Apakah penggunaan bahan baku menghasilkan sisa atau *scrap* yang banyak?	1 = Tidak Pernah … 5 = Sangat Sering
9	Apakah penggunaan lem/kimia menghasilkan residu atau bau (VOC)?	1 = Tidak Pernah … 5 = Sangat Sering
10	Apakah konsumsi energi (listrik/mesin) dirasa tinggi pada aktivitas ini?	1 = Sangat Rendah … 5 = Sangat Tinggi
11	Apakah aktivitas ini menghasilkan limbah padat (benang, plastik, dsb.)?	1 = Tidak Pernah … 5 = Sangat Sering
12	Apakah aktivitas ini menimbulkan emisi/limbah yang berdampak ke lingkungan?	1 = Tidak Pernah … 5 = Sangat Sering

Pertanyaan dalam WAQ disusun untuk mencakup faktor penyebab utama pemborosan berdasarkan pendekatan 4M (*Man, Machine, Material, Methode).* Kuesioner tersebut diisi oleh pemilik dan operator produksi pada tiap aktivitas utama, sehingga setiap langkah kerja memperoleh skor dari sisi *lean waste* maupun *green waste. Lean* dan *green waste* digabung dalam satu tabel WAQ karena keduanya saling berkaitan di setiap aktivitas produksi. Dalam satu proses bisa terjadi pemborosan waktu dan juga dampak lingkungan sekaligus. Penggabungan ini juga memudahkan penilaian integratif antara efisiensi operasional dan keberlanjutan lingkungan, sejalan dengan konsep *Lean and Green Manufacturing* serta

pendekatan EVSM. Berdasarkan hasil pengisian WAQ, diperoleh skor rata-rata untuk setiap aktivitas produksi. Skor ini menggambarkan tingkat pemborosan relatif pada tiap aktivitas, misalnya proses pemotongan kulit (*cutting*) memperoleh skor tinggi karena menghasilkan banyak *scrap material*, sementara proses menunggu pengeringan lem memperoleh skor tinggi karena menyebabkan waktu tunggu yang lama. Hasil lengkap penilaian WAQ ditampilkan pada Tabel 4.11, yang memperlihatkan skor *lean waste*, skor *green waste*, dan nilai total WAQ untuk setiap aktivitas produksi. *Lean Waste* merupakan penilaian terhadap pemborosan yang terjadi dalam proses produksi berdasarkan prinsip *Lean Manufacturing* (7 *waste*) sedangkan *Green Waste* menilai potensi dampak lingkungan dari aktivitas produksi, meliputi penggunaan sumber daya (material, energi), limbah, serta emisi yang dihasilkan.

Tabel 4. 14 Hasil Penilaian WAQ per Aktivitas Produksi

Kode	**Aktivitas Produksi**	***Lean Waste Score***	***Green Waste Score***	**Rata-Rata WAQ**
A1	Menerima bahan dari pemasok	2	2	2
A2	Memeriksa kondisi & kualitas bahan	3	2	2.5
A3	Menyimpan bahan di inventori	2	2	2
B1	Membuat draft desain (sketsa awal)	3	1	2
B2	Membuat pola kerja dari desain	2	2	2
B3	Menyetujui desain & pola sebelum produksi	2	1	1.5
C1	Menyiapkan pola (*pattern*)	3	1	2
C2	Menempelkan pola pada kulit	2	1	1.5
C3	Memotong kulit mengikuti pola	4	4	4
C4	Memotong kain furing	4	4	4
C5	Seset / perapihan potongan	3	2	2.5
C6	Mengumpulkan potongan ke kardus/*boxing*	2	2	2
D1	Menyiapkan mesin *emboss*	3	2	2.5
D2	Memanaskan plat *emboss*	2	3	2.5
D3	Meletakkan kulit pada posisi *emboss*	1	1	1
D4	Menekan / mencetak logo pada kulit	1	2	1.5
E1	Mengambil potongan & menata komponen	2	1	1.5
E2	Menyiapkan potongan kulit & furing	2	2	2
E3	Mengoleskan lem perekat	3	3	3
E4	Menyatukan potongan / *alignment*	2	1	1.5

E5	Menyusun hasil pengelem ke rak/*staging*	3	2	2.5
E6	Menunggu pengeringan lem	5	3	4
E7	Memeriksa sambungan sebelum jahit	3	2	2.5
E8	*Assembly furing* (pengeleman *lining*)	2	2	2
F1	Menyiapkan mesin jahit & benang	2	2	2
F2	Menjahit badan utama tas	5	3	4
F3	Menjahit komponen tambahan (saku, flap)	4	3	3.5
F4	Menjahit *lining* bagian dalam	3	2	2.5
F5	Menyatukan *lining* dengan badan tas	3	2	2.5
F6	Menjahit aksesoris (resleting, ring)	3	2	2.5
F7	Menyelesaikan jahitan akhir	3	2	2.5
F8	Mengecek hasil jahitan	3	2	2.5
G1	*Trimming* (memotong sisa benang)	3	3	3
G2	*Edge finishing*	3	3	3
G3	Pemasangan resleting	3	2	2.5
G4	Pemasangan ring logam & aksesoris	2	2	2
H1	Pemeriksaan visual & kerapian jahit	3	2	2.5
H2	Pengujian fungsi resleting & komponen	3	1	2
H3	Mengemas produk ke plastik/kotak	2	3	2.5
H4	Menyusun & menyimpan produk jadi	2	2	2

Dari tabel WAQ di atas dapat diketahui bahwa aktivitas dengan skor tertinggi adalah C3 (memotong kulit), C4 (memotong kain furing), E6 (menunggu pengeringan lem), dan F2 (menjahit badan utama tas), masing-masing dengan rata-rata WAQ 4. Aktivitas-aktivitas ini menjadi kandidat utama untuk ditindaklanjuti pada tahap analisis prioritas menggunakan *Waste Assessment Model* (WAM).

b. *Waste Assessment Model* (WAM)

Waste Assessment Model (WAM) disusun untuk mengidentifikasi pemborosan yang terjadi pada setiap aktivitas produksi tas kulit. Data diperoleh dari hasil observasi lapangan dan

kuesioner WAQ, kemudian dipetakan berdasarkan tujuh jenis pemborosan *lean* ditambah *green waste*.

Tabel 4. 15 Tabel WAM

Kode	Aktivitas Produksi	Jenis *Waste* Utama	Keterangan
A1	Menerima bahan dari pemasok	*Inventory*	Bahan kulit kadang menumpuk saat menunggu pemeriksaan kualitas.
A2	Memeriksa kondisi & kualitas bahan	*Waiting*	Pemeriksaan tidak selalu langsung dilakukan menyebabkan menambahnya waktu tunggu.
A3	Menyimpan bahan di inventori	*Inventory*	Penyimpanan terlalu lama, menyebabkan bahan menumpuk.
B1	Membuat *draft* desain (sketsa awal)	*Overprocessing*	Revisi desain kadang berulang menyebabkan memperpanjang waktu.
B2	Membuat pola kerja dari desain	*Overprocessing*	Revisi pembuatan pola kertas/digital.
B3	Menyetujui desain & pola	*Waiting*	*Approval* kadang tertunda sebelum produksi dimulai.
C1	Menyiapkan pola (*pattern*)	*Overprocessing*	Aktivitas administratif kadang berulang jika ada revisi desain.
C2	Menempelkan pola pada kulit	*Motion*	Pergerakan manual saat menempel pola berulang dan kurang efisien.
C3	Memotong kulit mengikuti pola	*Scrap material (kulit)*	Potongan kulit tidak seragam, menghasilkan *scrap* ±10%.
C4	Memotong kain furing	*Scrap material (furing)*	Sisa kain kecil-kecil sulit dimanfaatkan.
C5	Seset / perapihan potongan	*Overprocessing*	Beberapa bagian perlu diseset ulang karena hasil kurang rapi.
C6	Mengumpulkan potongan ke kardus	*Transport*	Perpindahan antar meja kerja belum efisien.
D1	Menyiapkan mesin *emboss*	*Waiting*	Operator menunggu mesin siap digunakan.
D2	Memanaskan plat *emboss*	*Energy consumption (listrik)*	Konsumsi listrik cukup tinggi untuk pemanasan.
D3	Meletakkan kulit pada posisi *emboss*	*Motion*	Gerakan tambahan tapi tidak signifikan.
D4	Menekan / mencetak logo	*Defect*	Kadang hasil *emboss* tidak rata dan perlu diulang.
E1	Mengambil potongan & menata komponen	*Motion*	Pergerakan operator masih belum optimal.
E2	Menyiapkan potongan kulit & furing	*Motion*	Gerakan tambahan dalam penataan.

E3	Mengoleskan lem perekat	*VOC / Chemical waste (lem)*	Lem diaplikasikan berlebih menyebabkan residu banyak dan VOC.
E4	Menyatukan potongan	*Motion*	Pergerakan manual antar meja.
E5	Menyusun hasil pengelem ke rak	*Waiting*	Produk menumpuk menunggu proses berikutnya.
E6	Menunggu pengeringan lem	*Waiting*	Waktu tunggu tinggi karena tanpa alat bantu pengeringan.
E7	Memeriksa sambungan sebelum jahit	*Defect*	Pemeriksaan untuk mencegah cacat menyebabkan indikasi *rework*
E8	*Assembly furing* (pengeleman *lining*)	*Overprocessing*	Penggunaan lem kadang berlebih.
F1	Menyiapkan mesin jahit & benang	*Waiting*	Operator menunggu kesiapan mesin.
F2	Menjahit badan utama tas	*Defect*	Jahitan melenceng, benang putus menyebabkan *rework* sering terjadi.
F3	Menjahit komponen tambahan (saku, flap)	*Defect*	Posisi jahitan kadang salah, perlu bongkar ulang.
F4	Menjahit *lining* bagian dalam	*Overprocessing*	Hasil jahitan kurang rapi menyebabkan perlu perbaikan kecil.
F5	Menyatukan *lining* dengan badan tas	*Overprocessing*	Jahitan kadang melenceng.
F6	Menjahit aksesoris (resleting, ring)	*Defect*	Resleting kadang tidak presisi.
F7	Menyelesaikan jahitan akhir	*Defect*	Ada cacat kecil menyebabkan *rework minor*.
F8	Mengecek hasil jahitan	*Overprocessing*	Pemeriksaan tambahan menambah waktu.
G1	*Trimming* (potong sisa benang)	*Scrap material (benang)*	Sisa benang cukup banyak, tidak bisa dipakai lagi.
G2	*Edge finishing*	*Overprocessing*	Ulang *finishing* karena hasil tepi tidak rata.
G3	Pemasangan resleting	*Defect*	Posisi salah maka perlu bongkar ulang.
G4	Pemasangan ring logam & aksesoris	*Motion*	Pengambilan & pemasangan memerlukan gerakan.
H1	Pemeriksaan visual & kerapian jahit	*Waiting*	Produk menumpuk menunggu QC.
H2	Pengujian fungsi resleting & komponen	*Overprocessing*	Uji fungsi tambahan memperpanjang waktu.
H3	Mengemas produk ke plastik/kotak	*Packaging plastic waste*	Limbah plastik dari kemasan belum dikelola.
H4	Menyusun & menyimpan produk jadi	*Inventory*	Produk jadi menumpuk di gudang sebelum distribusi.

Hasil pemetaan WAM memperlihatkan bahwa pemborosan muncul hampir di setiap tahapan produksi, namun dengan intensitas yang berbeda. Proses *assembly* menjadi salah satu titik kritis. *Waiting waste* muncul pada pengeringan lem karena belum ada alat bantu, adanya *green waste* berupa residu lem dan bau lem yang cukup mengganggu, sementara *motion waste* timbul akibat perpindahan komponen yang belum terstandarisasi.

Tahap *sewing* (penjahitan) menjadi titik pemborosan paling signifikan. *Defect* dan *rework* sering terjadi karena keterampilan operator yang bervariasi, mesin jahit yang kadang bermasalah, serta pemasangan resleting dan aksesori yang kadang harus dibongkar ulang.

Secara keseluruhan, pemborosan dominan ditemukan pada *assembly* dan *sewing*. Kedua tahapan tersebut memiliki potensi perbaikan paling besar untuk menekan *lead time*, mengurangi *defect*, serta menurunkan dampak lingkungan. Oleh karena itu, fokus perbaikan diarahkan pada aktivitas dengan skor tinggi agar sumber daya perbaikan dapat digunakan secara lebih efektif dan memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan efisiensi dan keberlanjutan proses produksi (Sritomo, 2000).

c. Pembobotan *Waste*

Setelah dilakukan penilaian menggunakan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) pada setiap aktivitas produksi, langkah berikutnya adalah melakukan rekapitulasi hasil untuk memperoleh bobot relatif masing-masing jenis pemborosan. Proses pembobotan ini bertujuan untuk mengetahui kontribusi setiap *waste* terhadap keseluruhan permasalahan dalam proses produksi, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam pemilihan alat analisis lean yang paling tepat melalui metode VALSAT.

Rekapitulasi dilakukan dengan cara mengelompokkan aktivitas berdasarkan kategori *waste* yang relevan, kemudian menghitung rata-rata skor WAQ untuk setiap kategori. Nilai rata-rata tersebut dinormalisasi menjadi persentase (%) agar total bobot seluruh *waste* berjumlah 100%. Dengan cara ini, terlihat jelas jenis *waste* mana yang paling dominan dan memerlukan prioritas penanganan. Pembobotan *waste* ini terdiri dari *lean waste* dan *green waste*. *Lean Manufacturing* berfokus pada pemborosan operasional seperti *defect, waiting, motion*, sedangkan *Green Manufacturing* menilai dampak lingkungan seperti *scrap material*, konsumsi energi, dan residu bahan kimia. Hasil pembobotan *lean waste* ditunjukkan pada Tabel 4.13 berikut.

Tabel 4.16 Hasil Pembobotan *Lean Waste*

Waste Lean	**Aktivitas Terkait (Kode Aktivitas)**	**Rata-rata *Lean Score***	**Bobot %**

Defect	D4, E7, F2, F3, F6, F7, F8, G3, H2	3.11	20.77%
Waiting	A2, B3, D1, E5, E6, F1, H1	3.01	20.11%
Transportation	C6	2	13.36%
Overprocessing	B1, B2, C1, E8, F4, F5, G2	2.71	18.10%
Inventory	A1, A3, E2, D5, H4	2	13.36%
Motion	B2, C2, C5, D3, E1, E4, D8, G4	2.14	14.30%
Overproduction	-	–	0%
Total	–	14.97	**100%**

Berdasarkan hasil pembobotan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ), diperoleh bahwa jenis *lean waste* dengan bobot tertinggi adalah *defect* sebesar 20,77% dan *waiting* sebesar 20.11%. Kedua jenis *waste* tersebut dipilih sebagai fokus analisis lanjutan karena memiliki nilai bobot yang relatif berdekatan serta hubungan sebab-akibat yang saling berkaitan dalam proses produksi. Kedua jenis *waste* ini secara bersamaan diharapkan dapat meningkatkan kelancaran aliran proses, mengurangi pemborosan waktu dan bahan, serta memperbaiki kualitas hasil produksi secara keseluruhan.

Tabel 4.17 Hasil Pembobotan *Green Waste*

Green Waste	**Kode Aktivitas**	**Rata-rata *Green Score***	**Bobot (%)**
Scrap material (Kulit + Furing)	C3, C4	4	25.00%
VOC / Lem & Bahan Kimia	E3	3	18.75%
Energi (Listrik *Emboss*)	D2	3	18.75%
Scrap Benang	G1	3	18.75%
Plastik Kemasan	H3	3	18.75%
Total			**100%**

Berdasarkan hasil pembobotan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ), diperoleh bahwa jenis *green waste* dengan pembobotan tertinggi adalah *scrap material* 25.00%, sehingga ditetapkan sebagai fokus analisis lanjutan. *Scrap material* dianggap paling berpengaruh terhadap efisiensi produksi karena berasal dari sisa potongan kulit dan kain furing yang dihasilkan akibat cacat produk maupun ketidaktepatan proses pemotongan. Selain memiliki nilai bobot tertinggi, jenis *waste* ini juga berkaitan langsung dengan *lean waste defect* yang telah diidentifikasi sebelumnya. Upaya pengendalian terhadap *scrap material* selaras dengan penerapan prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*), yang mendukung implementasi *lean and green manufacturing* untuk mencapai efisiensi biaya serta mengurangi dampak lingkungan dari proses produksi di IKM Djoen Leather.

d. *Waste Relationship Matrix* (WRM)

Waste Relationship Matrix (WRM) digunakan untuk mengetahui hubungan keterkaitan antarjenis pemborosan yang terjadi di sepanjang proses produksi. Matriks ini tidak hanya menunjukkan jenis *waste* yang paling dominan, tetapi juga menjelaskan bagaimana satu jenis *waste* dapat memicu atau memperkuat kemunculan *waste* lainnya. Dengan demikian, WRM menjadi dasar penting dalam menentukan prioritas perbaikan dan memilih alat analisis lean yang paling sesuai pada tahap selanjutnya.

Penyusunan WRM dilakukan dengan mengacu pada hasil pembobotan *waste* yang diperoleh dari *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ). Nilai bobot tersebut merepresentasikan kontribusi relatif masing-masing *waste* terhadap keseluruhan permasalahan produksi. Misalnya untuk *lean waste*, *defect* memiliki bobot tertinggi sebesar 20,77%, diikuti *waiting* 20,11%. Nilai bobot yang lebih besar menunjukkan bahwa jenis *waste* tersebut memiliki dampak lebih signifikan terhadap penurunan efisiensi dan keberlanjutan proses.

Namun, WRM tidak semata-mata dihitung berdasarkan bobot persentase WAQ. Penilaiannya bersifat kualitatif dengan mempertimbangkan hasil observasi lapangan dan hubungan logis antar*waste* di dalam proses produksi. Setiap hubungan antar*waste* dinilai menggunakan skala 1 hingga 3, di mana angka 3 menunjukkan hubungan sangat kuat (*strong relationship*), angka 2 menunjukkan hubungan sedang (*moderate relationship*), dan angka 1 menunjukkan hubungan lemah (*weak relationship*). Penentuan nilai ini dilakukan dengan melihat seberapa besar kemungkinan satu jenis *waste* menimbulkan atau memperparah munculnya *waste* lainnya.

Sebagai contoh, *defect* memiliki hubungan sangat kuat dengan *waiting* (nilai 3), karena setiap produk cacat memerlukan waktu tambahan untuk diperbaiki (*rework*). Penggunaan lem (VOC) juga diberi nilai hubungan kuat terhadap *defect* (nilai 3), karena residu lem dan kesalahan aplikasi sering menyebabkan cacat sambungan. Sementara itu, hubungan antara *motion* dan *waiting* diberi nilai 2 karena perpindahan pekerja atau material yang tidak efisien dapat menambah waktu tunggu secara tidak langsung.

Selain hubungan langsung antar*waste*, WRM juga mempertimbangkan karakteristik proses di IKM Djoen Leather. Sebagai contoh, *inventory* memiliki hubungan kuat dengan *waiting* dan *transportation* karena penumpukan bahan menyebabkan proses berikutnya tertunda dan menambah jarak perpindahan material. Sebaliknya, *overproduction* pada kasus ini tidak dimasukkan dalam penilaian karena tidak ditemukan aktivitas yang menghasilkan kelebihan produksi di lapangan.

Melalui WRM dibawah ini, terlihat bahwa pemborosan yang paling berpengaruh tidak hanya berasal dari *lean waste* seperti *defect* dan *waiting*, tetapi juga dari aspek lingkungan seperti *scrap material*. Ketiga *waste* ini akan menjadi fokus utama dalam tahap analisis perbaikan berikutnya. Dengan demikian, WRM berfungsi tidak hanya untuk mengidentifikasi hubungan antar*waste*, tetapi juga untuk memperkuat dasar logis dalam pemilihan alat analisis *lean* yang relevan seperti VALSAT dan EVSM.

Tabel 4. 18 Hasil Penilaian WRM

Dari \ Ke	*VOC*	*Scrapmat.*	*Energy*	*Textilescrap.*	*Packplastic*	*Defect*	*Waiting*	*Overprocessing*	*Inventory*	*Transportation*	*Motion*	*Overproduction*
***VOC (lem / chemical*)**	–	2	1	1	1	3	2	2	1	1	1	0
***Scrap material* (kulit/furing)**	2	–	1	2	1	2	1	2	3	2	1	0
***Energy* (listrik/emboss)**	1	1	–	0	0	1	2	1	1	1	0	0
***Textile scrap* (benang)**	1	2	0	–	1	1	1	1	2	1	2	0
Packaging plastic	1	1	0	1	–	1	1	1	2	1	1	0
Defect	3	2	1	1	1	–	3	2	1	2	2	0
Waiting	2	1	2	1	1	3	–	2	3	2	2	0
Overprocessing	2	2	1	1	1	2	2	–	1	1	2	0
Inventory	1	3	1	2	2	1	3	1	–	3	2	0
Transportation	1	2	1	1	1	2	2	1	3	–	2	0
Motion	1	1	0	2	1	2	2	2	2	2	–	0
Overproduction	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	–

4.2.3 *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT)

Pemilihan alat analisis merupakan tahapan penting dalam penelitian *lean manufacturing* karena alat yang dipilih harus sesuai dengan tujuan penelitian, karakteristik proses produksi, serta ketersediaan data di lapangan. Dalam penelitian ini, pemilihan alat analisis tidak hanya didasarkan pada jenis pemborosan (*waste*) yang terjadi, tetapi juga pada kemampuan alat dalam menggambarkan detail aktivitas proses dan integrasi aspek lingkungan. Oleh karena itu, pemilihan alat analisis dilakukan menggunakan *Weighted Scoring Method* (WSM). WSM merupakan metode pengambilan keputusan multikriteria dengan cara memberikan bobot pada setiap kriteria penilaian, kemudian mengalikan bobot tersebut dengan skor masing-masing alternatif untuk memperoleh nilai akhir. Metode ini banyak digunakan dalam penelitian rekayasa industri dan studi kasus karena bersifat sederhana, sistematis, dan mampu mengakomodasi keterbatasan data kuantitatif (Prihandoyo & Putro, 2025).

Menurut Prihandoyo & Putro (2025), *Weighted Scoring Method* merupakan metode evaluasi alternatif keputusan dengan mempertimbangkan beberapa kriteria yang memiliki tingkat kepentingan berbeda. Prinsip dasar WSM adalah bahwa setiap alternatif dinilai berdasarkan kriteria tertentu, kemudian skor tersebut dikalikan dengan bobot kriteria untuk mendapatkan nilai total.

Secara matematis, perhitungan WSM dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Skor\ Akhir\ Alternatif\ = \sum (w_i\ x\ s_i)$$

Keterangan:

- w_i = bobot kriteria ke-i
- s_i = skor alternatif terhadap kriteria ke-i

Alternatif dengan nilai skor akhir tertinggi dipilih sebagai alat analisis yang paling sesuai dengan tujuan penelitian.

a. Penentuan Bobot Kriteria

Bobot kriteria ditentukan berdasarkan tingkat kepentingannya terhadap tujuan penelitian, dengan total bobot sebesar 1. Pembobotan dilakukan secara proporsional untuk menekankan kriteria yang paling relevan seperti ditunjukkan pada Tabel 4.19.

Tabel 4. 19 Bobot Kriteria

Kriteria	Bobot
Detail aktivitas proses	0,35
Klasifikasi VA/NNVA/NVA	0,30

Integrasi aspek lingkungan	0,20
Kesesuaian dengan IKM	0,15
Total	**1,00**

b. Penilaian Alternatif Alat Analisis

Alternatif alat analisis yang dibandingkan dalam penelitian ini meliputi:

1. Process Activity Mapping (PAM)
2. Supply Chain Response Matrix (SCRM)
3. Production Variety Funnel (PVF)
4. Quality Filter Mapping (QFM)
5. Demand Amplification Mapping (DAM)
6. Decision Point Analysis (DPA)
7. Physical Structure (PS)

Setiap alat diberikan skor penilaian pada skala 1–5, dengan nilai 1 menunjukkan kemampuan sangat rendah dan nilai 5 menunjukkan kemampuan sangat tinggi terhadap kriteria yang dinilai seperti ditunjukkan pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Penilaian Alternatif Alat Analisis

Alat Analisis	K1	K2	K3	K4
PAM	5	5	4	5
SCRM	3	2	3	3
PVF	3	3	2	3
QFM	2	2	3	3
DAM	2	2	2	3
DPA	3	2	2	2
PS	2	1	2	2

c. Perhitungan Skor Akhir

Perhitungan skor akhir dilakukan dengan mengalikan bobot kriteria dengan skor masing-masing alat, kemudian menjumlahkannya. Contoh perhitungan PAM:

$$(0{,}35x5) + (0{,}30x5) + (0{,}20x4) + (0{,}15x5) = 4{,}80$$

Hasil perhitungan lengkap ditunjukkan pada tabel 4.21.

Tabel 4.21 Skor Akhir Penilaian Alternatif Alat Analisis

Alat Analisis	Skor Akhir
PAM	4,80
SCRM	2,70
PVF	2,80

QFM	2,35
DAM	2,15
DPA	2,35
PS	1,95

Hasil skoring VALSAT pada Tabel 4.21 menunjukkan bahwa *Process Activity Mapping* (PAM) memperoleh skor tertinggi yaitu 4,80. Hal ini menegaskan bahwa PAM merupakan *tool* yang paling relevan digunakan dalam penelitian ini karena mampu memetakan secara rinci seluruh aktivitas produksi, termasuk klasifikasi ke dalam *value added* (VA)**,** *non-value added* (NVA)**,** dan *necessary but non-value added* (NNVA). Dengan pemetaan ini, aktivitas yang menimbulkan *waste* dapat diidentifikasi secara jelas, terutama pada proses *assembly* (pengeleman) dan *sewing* (penjahitan) yang memiliki tingkat pemborosan dominan seperti *waiting***,** *motion*, dan *inappropriate processing*.

4.2.4 *Root Cause Analysis* (RCA)

Setelah dilakukan pemetaan kondisi aktual menggunakan *Current State* EVSM dan analisis aktivitas melalui *Process Activity Mapping* (PAM), diketahui bahwa pemborosan (*waste*) dominan pada proses produksi tas kulit di IKM Djoen Leather meliputi *waiting* pada proses *assembly*, *defect* atau *rework* pada proses *sewing*, serta *scrap* material pada proses *cutting*. Untuk mengetahui penyebab mendasar dari pemborosan tersebut, dilakukan *Root Cause Analysis* (RCA). RCA digunakan untuk mengidentifikasi hubungan sebab-akibat secara sistematis hingga diperoleh akar permasalahan yang menjadi penyebab utama terjadinya *waste*. Analisis ini dilakukan berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara dengan pemilik dan operator, serta pengkajian alur proses produksi pada *current state* EVSM.

a. *Root Cause Analysis Waste Waiting* pada Proses *Assembly*

Waste waiting pada proses assembly terutama terjadi pada tahap pengeringan lem setelah proses pengeleman komponen tas. Berdasarkan hasil analisis, penyebab utama terjadinya waktu tunggu yang panjang adalah metode pengeringan yang masih dilakukan secara alami tanpa alat bantu. Komponen yang telah diberi lem hanya diletakkan pada rak dan dibiarkan mengering dengan waktu yang relatif lama.

Selain itu, belum adanya evaluasi formal terhadap waktu proses pengeleman menyebabkan pemborosan ini tidak teridentifikasi sebelumnya sebagai masalah utama. Operator juga tidak memiliki aktivitas alternatif selama menunggu proses pengeringan, sehingga waktu kerja menjadi tidak produktif. Akar masalah dari *waste waiting* ini adalah

ketiadaan alat bantu pengeringan dan belum adanya perhatian terhadap efisiensi waktu pada proses pengeleman.

b. *Root Cause Analysis Waste Defect*/*Rework* pada Proses *Sewing*

Waste *defect* atau *rework* pada proses sewing ditandai dengan terjadinya jahitan tidak rapi, benang putus, dan kesalahan penyatuan komponen tas. Hasil analisis menunjukkan bahwa penyebab utama terjadinya *defect* adalah perbedaan keterampilan antaroperator serta tidak adanya standar kerja yang baku. Proses penjahitan masih sangat bergantung pada pengalaman masing-masing operator, tanpa adanya panduan visual atau standar jarak jahitan yang jelas. Selain itu, belum terdapat program pelatihan dan evaluasi berkala untuk operator baru, sehingga kualitas hasil jahitan menjadi tidak seragam. Akar masalah *waste defect* pada proses *sewing* adalah tidak adanya panduan kerja visual dan sistem pelatihan yang terstruktur, yang menyebabkan hasil jahitan sangat bergantung pada keterampilan individu.

c. *Root Cause Analysis Waste Scrap* Material pada Proses *Cutting*

Waste scrap material pada proses *cutting* ditunjukkan oleh banyaknya sisa potongan kulit yang tidak termanfaatkan. Berdasarkan analisis, kondisi ini disebabkan oleh penempatan pola yang dilakukan secara manual tanpa perhitungan efisiensi penggunaan bahan. Selain itu, belum adanya panduan tata letak pemotongan (*nesting*) serta minimnya pelatihan terkait teknik pemotongan efisien menyebabkan operator tidak memiliki acuan dalam memaksimalkan pemanfaatan bahan baku. Akibatnya, bentuk kulit yang tidak seragam semakin memperbesar jumlah scrap yang dihasilkan. Akar masalah *waste scrap* material pada proses *cutting* adalah tidak adanya panduan *layout* pemotongan dan pelatihan efisiensi penggunaan material.

4.2.5 Usulan perbaikan *Kaizen* & Prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*)

Setelah dilakukan analisis penyebab pemborosan menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA), diperoleh tiga jenis *waste* dominan yaitu *waiting***,** *defect/rework*, dan *scrap material* (*green waste*). Ketiga *waste* tersebut memberikan kontribusi terbesar terhadap inefisiensi proses produksi di IKM Djoen Leather, khususnya pada tahap *assembly* dan *sewing*. Oleh karena itu, langkah selanjutnya adalah merumuskan usulan perbaikan yang berfokus pada peningkatan efisiensi proses dan pengurangan dampak lingkungan melalui penerapan prinsip *Kaizen* dan 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*).

Pendekatan *Kaizen* digunakan untuk mendorong perbaikan berkelanjutan dengan meminimalkan pemborosan waktu, gerakan, dan proses yang tidak memberikan nilai tambah. Sementara prinsip 3R diterapkan untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan

mengurangi limbah padat maupun kimia dari aktivitas produksi. Usulan perbaikan disusun dengan mempertimbangkan kondisi aktual IKM yang masih menggunakan peralatan sederhana, sehingga solusi yang diajukan difokuskan pada langkah-langkah yang realistis, mudah diterapkan, dan berbiaya rendah.

Setiap usulan dikaitkan dengan 9 aspek keberlanjutan menurut pedoman Industri Hijau Kementerian Perindustrian agar selaras dengan konsep *Sustainable Manufacturing*, yaitu:

1. Efisiensi energi
2. Efisiensi air
3. Pengurangan limbah B3
4. Pengurangan limbah non-B3
5. Pengurangan emisi udara
6. Penggunaan material ramah lingkungan
7. Efisiensi bahan baku
8. Pengelolaan produk akhir (ramah lingkungan)
9. Sistem manajemen lingkungan

Pendekatan ini memastikan bahwa setiap tindakan perbaikan tidak hanya berfokus pada pengurangan *waste* internal, tetapi juga memberikan dampak positif terhadap efisiensi sumber daya dan kelestarian lingkungan. Hasil perancangan usulan perbaikan disajikan pada tabel berikut.

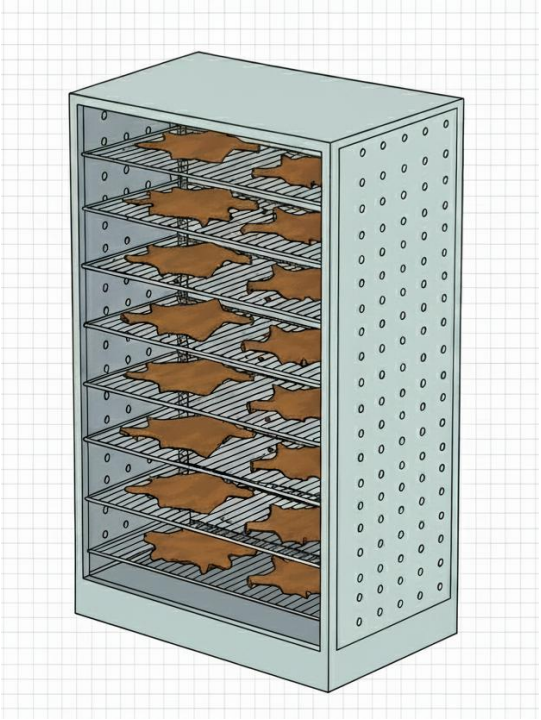
Tabel 4. 22 Usulan Perbaikan

Permasalahan Utama	**Usulan Perbaikan (Pendekatan)**	**Prinsip (*Kaizen* / 3R)**	**Keterkaitan dengan 9 Aspek *Sustainable Manufacturing***	**Dampak yang Diharapkan**

Waktu tunggu lama saat pengeringan lem (*Waiting*)	Menggunakan *blower rack system* untuk mempercepat proses pengeringan lem dan mengurangi waktu tunggu. Dilakukan pelatihan penggunaan alat serta teknik aplikasi lem cepat kering.	*Kaizen* + *Reduce* (3R)	(1) Efisiensi energi, (2) Pengurangan limbah B3, (9) Sistem manajemen lingkungan	Waktu proses berkurang, efisiensi energi meningkat, emisi VOC berkurang, produktivitas naik.
Tingginya *defect* jahitan (*Defect*/*Rework*)	Melakukan pelatihan operator berkala untuk standarisasi keterampilan.	*Kaizen*	(7) Efisiensi bahan baku, (9) Sistem manajemen lingkungan	Menurunkan jumlah produk cacat, menekan *rework* dan pemborosan benang, meningkatkan kualitas produk.
Tingginya *scrap* kulit dan kain pada proses *cutting*	Melakukan optimasi tata letak pola (*manual nesting*) dan memanfaatkan potongan kulit dan kain untuk produk kecil.	*Reuse* + *Recycle* (3R)	(4) Pengurangan limbah non-B3, (7) Efisiensi bahan baku, (8) Pengelolaan produk akhir ramah lingkungan	Mengurangi limbah padat, meningkatkan efisiensi bahan baku, menambah nilai ekonomi dari sisa material.
Pemakaian lem berlebihan	Melakukan *training* teknik pengolesan lem tipis & merata, serta mengatur standar penggunaan per unit produk. Menambahkan *nozzle lem* terkalibrasi.	*Reduce* (3R)	(1) Efisiensi energi, (3) Pengurangan limbah B3, (7) Efisiensi bahan baku	Mengurangi konsumsi bahan kimia dan biaya pembelian lem, lingkungan kerja lebih aman.
Penumpukan potongan hasil pengelem & potongan jahit (*Inventory & Motion*)	Menetapkan *layout* area kerja lebih efisien dan menerapkan prinsip 5S (*Sort, Set in Order, Shine, Standardize, Sustain*) untuk	*Kaizen*	(1) Efisiensi energi, (7) Efisiensi bahan baku, (9) Sistem manajemen lingkungan	Mengurangi waktu pencarian alat/bahan, meningkatkan efisiensi ruang kerja, menekan *waste* gerakan dan

	penataan bahan dan alat. Menambahkan *tray* bertingkat + *layout aliran U-Shape* untuk aliran material.			penumpukan material.
Konsumsi listrik tinggi (Energi)	Menetapkan jadwal perawatan mesin dan memastikan mesin & lampu dimatikan saat *idle*.	*Reduce* (3R) + *Kaizen*	(1) Efisiensi energi, (9) Sistem manajemen lingkungan	Hemat energi, menurunkan biaya listrik, memperpanjang umur mesin.
Limbah kemasan plastik dari proses *packing*	Menggunakan kemasan kertas daur ulang atau plastik ramah lingkungan, dan memanfaatkan kembali kardus pengiriman.	*Recycle* (3R)	(4) Pengurangan limbah non-B3, (8) Pengelolaan produk akhir ramah lingkungan	Mengurangi limbah padat, mendukung prinsip *green packaging* dan *circular economy*.

Penerapan prinsip *Kaizen* berperan penting dalam peningkatan efisiensi proses kerja. Misalnya, penggunaan alat bantu pengeringan seperti *blower rack system* serta penggunaan lem *water-based fast-dry* membantu mempercepat proses pengeringan dan menurunkan emisi VOC, mendukung aspek (9) sistem manajemen lingkungan dan (1) efisiensi energi. Berikut merupakan desain *rack system* yang akan diarahkan ke *blower*.



Gambar 4. 25 *Rack System*

Dengan perbaikan ini, waktu tunggu pada proses *assembly* diperkirakan dapat berkurang hingga 20–25% (Pranata et al., 2023). Sementara frekuensi *rework* menurun karena adanya standarisasi dan pelatihan operator. Meskipun literatur belum menetapkan frekuensi pelatihan operator secara spesifik per bulan, beberapa penelitian menunjukkan bahwa pelatihan berkelanjutan dan terstruktur memiliki pengaruh positif terhadap kinerja operator (Pedulwar & Sheikh, 2024) (Adi et al., 2025). Berdasarkan kondisi IKM Djoen Leather, dengan variabilitas operator dan kompleksitas proses penjahitan cukup tinggi, direkomendasikan pelatihan singkat secara rutin sebanyak satu kali setiap bulan selama 1-2 jam untuk menjaga standarisasi keterampilan dan menekan tingkat *defect*. Selain itu, penataan area kerja melalui penerapan *tray bertingkat dan layout U-shape* mempercepat aliran material dan mengurangi *motion waste*. Program 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*) tetap dijalankan untuk mempertahankan area kerja yang tertata, bersih, dan aman sehingga mendukung keselamatan kerja.

Sementara itu, prinsip 3R diterapkan untuk mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan dari aktivitas produksi. Pendekatan *Reduce* dilakukan melalui penggunaan *nozzle* lem terkalibrasi, sehingga konsumsi lem lebih efisien dan emisi bahan kimia dapat dikendalikan, yang mendukung aspek (3) pengurangan limbah B3 dan (7) efisiensi bahan baku. Upaya *Reuse* dilakukan dengan memanfaatkan sisa kulit dan kain hasil *cutting* menjadi produk tambahan seperti aksesoris kecil, sehingga meningkatkan nilai tambah dan mengurangi limbah

padat aspek (7) efisiensi bahan baku. Selanjutnya, *Recycle* diterapkan pada pengelolaan sisa kulit, kain, benang, dan kardus kemasan melalui penjualan ke pengepul atau pengrajin lokal, yang berkontribusi pada aspek (4) pengurangan limbah non-B3 dan (8) pengelolaan produk akhir ramah lingkungan.

Penerapan prinsip *Kaizen* dan 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) pada proses produksi IKM Djoen Leather memberikan dampak signifikan terhadap *Triple Bottom Line* (3P), yaitu *Profit*, Planet, dan *People*. Penjelasannya adalah sebagai berikut:

a. *Profit* (Keuntungan / Aspek Ekonomi)
    1. Efisiensi bahan baku: Dengan mengurangi limbah kulit dan kain melalui *Reuse* (memanfaatkan potongan kulit dan kain untuk produk tambahan) dan *Recycle* (mengelola sisa bahan ke pengepul lokal), IKM dapat menurunkan pembelian bahan baku baru. Hal ini secara langsung mengurangi biaya produksi dan meningkatkan margin keuntungan.
    2. Pengurangan *waste* NVA: Aktivitas yang tidak menambah nilai, seperti *waiting*, *motion* berlebih, atau penumpukan material, dikurangi melalui penerapan *Kaizen*. Penggunaan *blower rack system* mempercepat pengeringan lem, sementara penerapan *tray* bertingkat dan *layout* aliran *U-shape* mengurangi penumpukan material dan waktu pencarian bahan. Dampaknya, waktu *non-value added* menurun dan *output* produksi meningkat tanpa menambah biaya tenaga kerja.
    3. Penurunan *defect/rework*: Standarisasi jahitan melalui pelatihan operator menurunkan jumlah produk cacat. Pengurangan *rework* ini berarti menekan biaya *rework*, menghemat benang dan material kulit, serta menjaga stabilitas kualitas produk untuk mempertahankan harga jual, sehingga menambah profitabilitas perusahaan.
    4. Efisiensi energi: Penggunaan *nozzle* lem terkalibrasi menurunkan konsumsi lem dan mengurangi limbah kimia. Selain itu, penerapan pemadaman mesin saat *idle* serta perawatan rutin membantu menurunkan konsumsi listrik dan memperpanjang umur mesin.

b. *Planet* (Lingkungan / Aspek Ekologi)
    1. Pengurangan limbah padat dan bahan kimia: Implementasi 3R menekan jumlah *scrap* kulit, kain, limbah benang, sisa lem, dan kemasan plastik. *Reduce* menurunkan penggunaan lem berlebihan, *Reuse* memanfaatkan potongan kulit dan kain untuk produk lain, dan *Recycle* mengelola limbah menjadi bahan daur ulang. Hal ini mengurangi

tekanan pada tempat pembuangan akhir dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

2. Pengurangan emisi dan penggunaan sumber daya: Mengoptimalkan proses produksi (misal *blower* untuk pengeringan lem) dan efisiensi energi pada mesin menurunkan emisi VOC serta konsumsi listrik. Dengan demikian, produksi lebih ramah lingkungan dan mendukung prinsip *sustainable manufacturing*.

c. *People* (Aspek Sosial / Tenaga Kerja)

1. Keselamatan dan kenyamanan kerja: *Tray* bertingkat dan *layout U-shape* membantu area kerja lebih rapi dan ergonomis, mengurangi risiko cidera akibat gerakan berlebih atau area kerja yang sempit/berantakan.
2. Peningkatan keterampilan: Pelatihan operator dalam teknik pengolesan lem, penggunaan *nozzle* lem terkalibrasi, standarisasi jahitan, *blower*, dan penggunaan alat bantu mendukung pengembangan keterampilan karyawan, sehingga mereka lebih kompeten dan percaya diri dalam bekerja.
3. Kesejahteraan pekerja: Lingkungan kerja yang lebih bersih, aman, dan terorganisir menciptakan motivasi kerja lebih tinggi, mengurangi stres, dan meningkatkan kepuasan karyawan.
4. Kesadaran lingkungan: Dengan melibatkan pekerja dalam program 3R, karyawan menjadi lebih sadar pentingnya produksi ramah lingkungan, menumbuhkan budaya kerja berkelanjutan, dan memperkuat tanggung jawab sosial perusahaan.

Dengan usulan perbaikan tersebut, diharapkan terjadi peningkatan performa produksi secara signifikan. Secara keseluruhan, kombinasi pendekatan Kaizen dan 3R yang dikaitkan dengan aspek *sustainable manufacturing* terbukti efektif untuk meningkatkan efisiensi operasional sekaligus memperkuat komitmen IKM Djoen Leather terhadap prinsip *lean and green manufacturing*.

4.2.6 *Future State* EVSM dan PAM

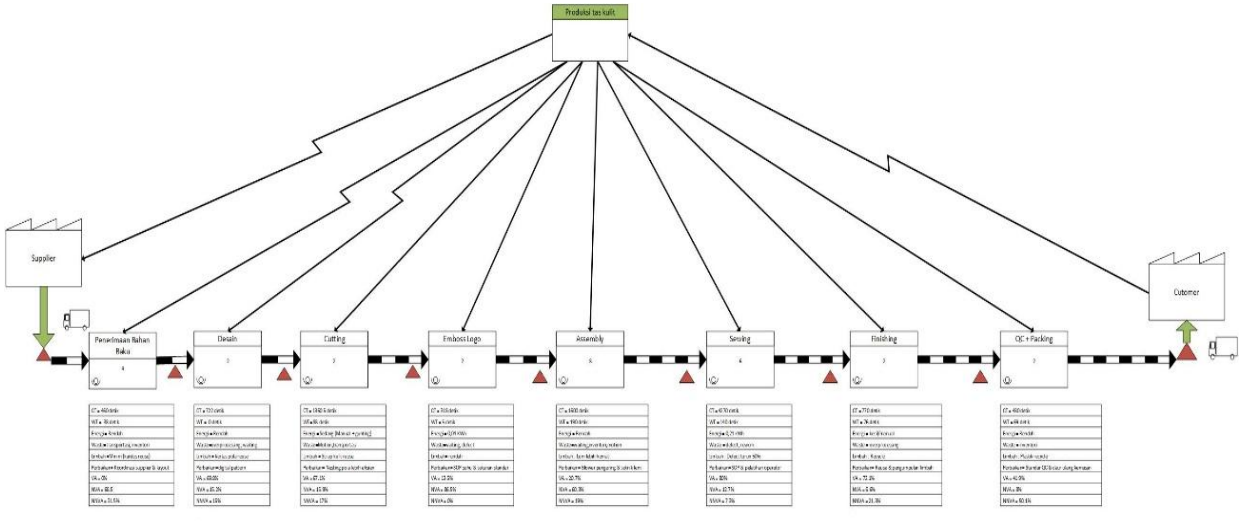
a. *Future State* EVSM

Pemetaan *Future State Environmental Value Stream Mapping (EVSM)* dilakukan untuk menggambarkan kondisi proses produksi tas kulit di IKM Djoen Leather setelah diterapkannya usulan perbaikan berbasis prinsip Kaizen dan 3R. Tujuan pemetaan ini adalah untuk menunjukkan bagaimana aliran nilai (*value flow*), waktu, energi, dan dampak lingkungan dapat

ditingkatkan secara simultan setelah perbaikan diterapkan. Beberapa perubahan utama yang diterapkan pada kondisi *future state* antara lain:

1. Penambahan alat bantu pengeringan (*blower*) untuk mempercepat proses pengeringan lem sehingga waktu tunggu (*waiting time*) berkurang ±25% (Pranata et al., 2023).
2. Pembuatan pengingat penerapan standarisasi kerja penjahitan dan pelatihan operator, yang menurunkan tingkat *defect/rework* hingga 50% (Harianto & Kusuma, 2022).
3. Penerapan program 5S dan pengaturan tata letak area kerja, yang mengurangi *motion waste* dan mempercepat waktu pengambilan alat serta material.
4. Pelatihan teknik pengolesan lem yang menekan konsumsi lem dan mengurangi emisi VOC.
5. Pemanfaatan sisa kulit dan kain untuk produk tambahan (*Reuse*) dan penjualan limbah padat (*Recycle*), sehingga limbah padat non-B3 berkurang ±30% (Cahyadi & Setiawan, 2025).
6. Penerapan disiplin hemat energi dan perawatan mesin berkala, yang menurunkan konsumsi listrik sekitar 10% (Inoue, 2017).

Peta *future state EVSM* menggambarkan bahwa setelah perbaikan, aliran proses menjadi lebih lancar dengan berkurangnya waktu tunggu, pergerakan tidak efisien, serta cacat produk. Konsumsi energi dan limbah yang dihasilkan juga menurun karena proses lebih efisien.



Gambar 4. 26 Pemetaan *Future State* EVSM

Hasil pemetaan menunjukkan bahwa penerapan *Kaizen* dan 3R pada kondisi *future state* mampu memperbaiki aliran proses dan meningkatkan efisiensi sistem produksi secara keseluruhan. Terjadi penurunan waktu tunggu, cacat produk, dan konsumsi energi, disertai

peningkatan produktivitas. Meskipun perbaikan menunjukkan hasil positif, masih terdapat selisih antara kapasitas potensial dan target produksi ideal yang ditetapkan secara simulatif. *Gap* tersebut diindikasikan berasal dari keterbatasan jumlah tenaga kerja dan kapasitas mesin yang ada. Dengan demikian, pencapaian target produksi penuh memerlukan strategi tambahan seperti penambahan operator, penjadwalan preventif mesin, atau investasi sederhana pada alat bantu produksi. Secara keseluruhan, peta *Future State EVSM* menggambarkan bahwa penerapan prinsip *lean and green manufacturing* berpotensi memberikan peningkatan nyata terhadap efisiensi waktu, penggunaan sumber daya, serta pengurangan *waste*, tanpa harus melakukan investasi besar.

b. *Future State* PAM

Berdasarkan hasil analisis waktu rata-rata dan simulasi *future state* PAM, waktu proses pada sebagian besar aktivitas mengalami penurunan antara 3–25%, dengan total efisiensi waktu sebesar 13,8% dibandingkan kondisi awal. Perbaikan utama terjadi pada tahapan *assembly* (pengeleman) dan *sewing* (penjahitan), yang sebelumnya menjadi sumber *waiting* dan *defect waste*. Perubahan kategori *waste* pada *Future* PAM menunjukkan potensi pengurangan *waste* setelah penerapan *lean & green improvement*.

Tabel 4. 23 *Future* PAM

No	Proses	Aktivitas	Kode	Waktu *Future* (detik)	Kategori Aktivitas
1	Penerimaan Bahan	Menerima bahan baku	A1	152	NNVA
		Memeriksa kualitas bahan	A2	157	NNVA
		Menyimpan bahan baku	A3	136	NVA
2	Desain	Membuat desain produk baru / menyesuaikan lama	B1	270	VA
		Membuat pola kertas / pola digital	B2	234	VA
		Menyetujui desain & pola sebelum produksi	B3	108	NNVA
3	*Cutting*	Menyiapkan pola	C1	211	VA
		Menempel pola pada kulit	C2	172	VA
		Memotong kulit sesuai pola	C3	396	VA
		Memotong kain furing	C4	185	VA

		Seset / perapihan potongan	C5	246	NNVA
		Mengumpulkan potongan	C6	138	NNVA
4	*Emboss* Logo	Menyiapkan mesin *emboss*	D1	90	NNVA
		Memanaskan plat *emboss*	D2	135	NNVA
		Meletakkan potongan kulit pada posisi *emboss*	D3	20	VA
		Menekan / mencetak logo pada kulit	D4	23	VA
5	Perakitan/Pengeleman *(Assembly)*	Menata komponen	E1	180	NNVA
		Menyiapkan kulit & furing	E2	160	NNVA
		Mengoleskan lem	E3	200	VA
		Alignment potongan (*hand press*)	E4	170	VA
		Menyusun hasil ke rak	E5	120	NNVA
		Menunggu pengeringan lem	E6	310	NVA
		Memeriksa sambungan	E7	150	NNVA
		Assembly furing	E8	190	NNVA
6	Penjahitan (*Sewing*)	Menyiapkan mesin jahit	F1	140	NNVA
		Menjahit badan tas	F2	1080	VA
		Menjahit saku, flap, tali	F3	700	VA
		Menjahit *lining* dalam	F4	580	VA
		Menyatukan *lining* dengan badan tas	F5	630	VA
		Menjahit aksesoris (resleting)	F6	520	VA
		Closing seam	F7	600	VA
		Mengecek hasil jahitan	F8	180	NNVA
7	*Finishing*	*Trimming*	G1	180	NNVA
		Edge finishing	G2	220	VA
		Pasang resleting	G3	230	VA
		Pasang ring logam & aksesoris	G4	160	VA
8	QC & *Packing*	Pemeriksaan visual	H1	130	NNVA
		Uji fungsi resleting & komponen	H2	145	NNVA

	Packing ke plastik/kotak	H3	130	NNVA
	Penyusunan & penyimpanan produk	H4	125	NVA

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Jenis dan Sumber *Waste*

Berdasarkan hasil penilaian menggunakan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) dan pemetaan melalui *Waste Assessment Model* (WAM), ditemukan bahwa pemborosan (*waste*) terjadi hampir di seluruh tahapan proses produksi di IKM Djoen Leather. Meskipun tidak semua aktivitas memberikan dampak yang besar terhadap kinerja produksi, keberadaan *waste* secara berulang menyebabkan terganggunya aliran proses, penurunan efisiensi, dan munculnya *gap* antara kapasitas produksi aktual dan kapasitas ideal. Secara umum, delapan kategori *waste* yang diidentifikasi meliputi:

a. *Inventory*, muncul pada proses penyimpanan bahan baku (A3), ketika material menunggu proses selanjutnya.
b. *Motion*, terjadi akibat pergerakan operator yang tidak efisien, seperti saat penataan bahan dan pencarian alat pada proses desain dan *assembly*.
c. *Transportation*, muncul pada perpindahan material antar-meja atau area kerja, seperti pada proses pengumpulan potongan (C6).
d. *Overprocessing*, terjadi pada pekerjaan yang dilakukan lebih dari yang diperlukan, misalnya revisi pola desain dan penghalusan tepi berulang.
e. *Waiting*, ditemukan pada periode menganggur operator atau material, terutama saat pengeringan lem pada *assembly* (E6).
f. *Defect*, muncul dalam bentuk jahitan tidak presisi, benang putus, atau hasil *finishing* yang memerlukan perbaikan (*rework*), terutama di proses penjahitan (F2–F7).
g. *Green Waste*, berupa pemborosan material dan limbah lingkungan seperti *scrap* kulit, kain, sisa benang, residu lem, dan plastik kemasan.
h. *Overproduction*, berpotensi terjadi karena sistem produksi berbasis persediaan (*make to stock*), dimana produk diproduksi terlebih dahulu untuk memenuhi stok penjualan.

Dari seluruh kategori *waste* tersebut, hasil pembobotan menunjukkan bahwa *Green Waste*, *Defect*, dan *Waiting* merupakan jenis pemborosan yang paling dominan, terutama pada proses *assembly* dan *sewing*. *Green waste* memiliki bobot tertinggi karena proses *cutting* menghasilkan *scrap material* dalam jumlah besar. *Defect* memberikan dampak signifikan terhadap waktu dan biaya karena memerlukan *rework*. Sementara *waiting* menjadi penyebab

utama keterlambatan aliran proses akibat tidak adanya alat bantu proses, misalnya pada pengeringan lem. Hubungan antar *waste* juga diperkuat melalui *Waste Relationship Matrix* (WRM), yang menunjukkan bahwa *defect* dan *waiting* memiliki keterkaitan kuat, diikuti oleh *green waste*. Kondisi ini menggambarkan bahwa pemborosan di IKM Djoen Leather tidak berdiri sendiri, tetapi saling memicu. Cacat produk menyebabkan *rework*, *rework* menambah waktu tunggu, dan waktu tunggu meningkatkan akumulasi limbah material.

Selain pemborosan waktu dan kualitas, ditemukan pula pemborosan lingkungan (*green waste*) yang signifikan pada proses perakitan. *Waste* ini berasal dari penggunaan lem berbahan pelarut yang diaplikasikan secara manual. Sekitar 10% dari total konsumsi lem setiap minggu mengering di meja kerja dan tidak terserap ke material, membentuk residu yang sulit dibersihkan. Secara estimasi, akumulasi sisa lem dapat mencapai ±700 ml per bulan, dan tergolong limbah B3 karena sifat kimia dan bau menyengatnya. Kondisi tersebut diperburuk oleh minimnya ventilasi atau *exhaust fan*, sehingga uap lem (VOC) terperangkap di ruangan. Meskipun tidak langsung menambah *cycle time* seperti *waiting*, *green waste* ini menurunkan kenyamanan kerja operator dan secara tidak langsung dapat meningkatkan peluang *defect* dan memperlambat ritme kerja.

5.2 Analisis Nilai Aktivitas (VA, NNVA, NVA)

Analisis nilai aktivitas dilakukan untuk mengidentifikasi sejauh mana setiap aktivitas dalam proses produksi memberikan kontribusi terhadap pembentukan nilai produk. Melalui pemetaan menggunakan *Process Activity Mapping (PAM)*, seluruh aktivitas diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu: Value *Added* (VA)**,** *Non-Value Added* (NVA)**,** dan *Necessary Non-Value Added* (NNVA). Klasifikasi ini menjadi dasar dalam menentukan aktivitas mana yang harus dipertahankan, dikurangi, atau dieliminasi dalam upaya peningkatan efisiensi.

Pada kondisi *current state*, aktivitas bernilai tambah (VA) sebagian besar ditemukan pada proses inti seperti *cutting*, *assembly*, dan *sewing*, di mana produk mengalami transformasi fisik yang membentuk karakter akhir tas kulit. Namun, terdapat proporsi yang tidak sedikit dari aktivitas yang termasuk dalam kategori NNVA dan NVA. Aktivitas NNVA muncul dalam bentuk pemeriksaan, persiapan bahan, dan penataan produk, sedangkan NVA terutama terjadi pada aktivitas menganggur (*waiting*), pencarian alat, dan pergerakan operator yang tidak efisien.

Perbaikan melalui pendekatan *Lean and Green* kemudian diarahkan untuk mengurangi aktivitas NVA dan mengkonversinya menjadi NNVA atau, jika memungkinkan, menjadi VA. Contohnya:

a. Aktivitas menunggu pengeringan lem (E6), yang sebelumnya masuk kategori NVA, dikurangi durasinya melalui penambahan alat bantu (*blower*), sehingga perannya berubah menjadi NNVA.
b. Aktivitas pencarian alat kerja pada proses *assembly* dialihkan menjadi aktivitas terstandarisasi melalui penerapan prinsip 5S, sehingga tidak lagi menyebabkan gangguan aliran kerja.
c. Pola pemotongan bahan diperbaiki dengan metode *nesting*, mengurangi *scrap* dan meningkatkan proporsi VA pada proses *cutting*.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa setelah perbaikan, terjadi peningkatan proporsi aktivitas VA dan penurunan aktivitas NVA. Hal ini menunjukkan bahwa usulan perbaikan bukan hanya mengurangi waktu proses, tetapi juga memperkuat fokus pada aktivitas bernilai tambah terhadap produk akhir. Dengan demikian, analisis nilai aktivitas membuktikan bahwa implementasi *lean* mampu menyelaraskan aliran produksi dengan penciptaan nilai aktual pelanggan, sekaligus meminimalkan pemborosan yang tidak memberikan nilai (*waste*).

5.3 Efisiensi Proses Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Evaluasi efisiensi proses dilakukan dengan membandingkan waktu produksi aktual (*current state*) dengan waktu produksi setelah penerapan usulan perbaikan (*future state*). Efisiensi tidak hanya dilihat dari total waktu (*lead time*), tetapi juga dari perbaikan aliran kerja, pengurangan aktivitas tidak bernilai tambah (NVA), serta penurunan dampak lingkungan.

Berdasarkan hasil pengukuran waktu rata-rata per proses (A hingga H), total waktu produksi (*current lead time*) mencapai 12.049 detik per siklus produksi. Setelah penerapan perbaikan seperti penggunaan *blower* untuk mengurangi *waiting* di *assembly*, standarisasi kerja untuk menekan *defect*, dan optimalisasi pemotongan bahan untuk mengurangi *scrap*, total waktu pada *future state* turun menjadi 10.381 detik.

Penurunan waktu proses sebesar 1.668 detik, atau setara 13,8% efisiensi waktu, menunjukkan bahwa pemborosan dominan tidak hanya teridentifikasi, tetapi berhasil dikurangi melalui perbaikan operasional sederhana tanpa penambahan mesin besar atau tenaga kerja baru. Efisiensi terbesar terjadi pada proses:

a. *Assembly* (15%): hasil pengurangan *waiting* melalui *blower* & penataan ulang urutan kerja.
b. *Cutting* (12%): *scrap* berkurang dan penataan pola menjadi lebih cepat.
c. *Sewing* (10%): *defect* dan *rework* berkurang melalui standar jahit dan *quality check* antar proses.

Selain reduksi waktu, efisiensi proses juga terlihat dari:

a. Perpindahan aktivitas NVA menjadi NNVA (misalnya, menunggu lem menjadi aktivitas kontrol waktu).
b. Eliminasi aktivitas pencarian alat dengan 5S yang dapat mengurangi *motion* tidak perlu.
c. Pengurangan *scrap* kulit dan kain melalui pemanfaatan ulang (*Reuse*), sejalan dengan prinsip *green manufacturing*.

Dengan demikian, perbaikan yang diusulkan tidak hanya meningkatkan efisiensi waktu, tetapi juga memperbaiki kesinambungan proses dan mengurangi variabilitas hasil produksi. Kondisi inilah yang menjadi dasar peningkatan kapasitas produksi dari rata-rata 600 unit per bulan menuju target produksi yang lebih tinggi.

5.4 Perbandingan *Current* dan *Future State* (PAM dan EVSM)

Perbandingan kondisi *current state* dan *future state* dilakukan untuk menilai efektivitas implementasi perbaikan berbasis *Lean and Green Manufacturing*. Analisis ini mencakup dua instrumen utama, yaitu *Process Activity Mapping* (PAM) dan *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM), yang memberikan gambaran perubahan aliran proses dari sisi aktivitas, waktu, limbah, dan dampak lingkungan.

5.4.1 Perbandingan *Current* vs *Future* PAM

Pada kondisi awal, PAM menunjukkan bahwa aliran proses produksi masih mengandung sejumlah aktivitas NVA **(***Non-Value Added***)**, terutama pada proses *assembly* dan *sewing*, akibat *waiting*, *motion*, dan *defect*. Setelah penerapan perbaikan (*blower*, 5S, dan *Reuse scrap*), terjadi pengurangan aktivitas tidak bernilai dan peningkatan proporsi VA (*Value Added*).

Tabel 5. 1 Tabel Perbandingan *Current vs Future* PAM

Indikator PAM	***Current State***	***Future State***
VA (*Value Added*)	Sedang	Meningkat
NNVA (*Necessary Non-VA*)	Tinggi	Stabil

NVA (*Non-VA*)	Tinggi	Berkurang signifikan
Lead Time	**12.049 detik**	**10.381 detik (turun 13,8%)**

Perubahan ini menunjukkan pergeseran fokus aktivitas dari kegiatan non-produktif menuju aktivitas pencipta nilai (*value creation*), yang menjadi karakter utama penerapan *lean*.

5.4.2 Perbandingan Current *vs Future* EVSM

Pada pemetaan EVSM, perbandingan antara kondisi awal dan kondisi usulan terutama terlihat pada penurunan *waiting time*, *scrap material*, dan *rework*. Selain itu, EVSM juga mencatat peningkatan efisiensi energi dan pengurangan limbah kimia melalui pengendalian penggunaan lem.

Tabel 5. 2 Tabel Perbandingan *Current* vs *Future* EVSM

Perubahan EVSM	*Current State*	*Future State*
Waiting (*assembly*)	Tinggi	Turun melalui *blower*
Defect (*sewing*)	Cukup tinggi	Berkurang melalui QC antarproses
Scrap kulit (*cutting*)	≥10% material	Turun melalui pola *nesting*/*Reuse*
Energi (mesin jahit)	Tidak terkontrol	Penerapan standar hemat energi saat *idle*
Alur Material	*Zig-zag*	Lebih linear
Residu lem (*Green waste*)	±720 ml/bulan	Turun melalui standar pengaplikasian

EVSM *Future State* menunjukkan aliran material yang lebih lancar, waktu tunggu yang lebih rendah, serta kontribusi proses terhadap lingkungan yang lebih terukur. Transformasi dari *current* ke *future state* menunjukkan bahwa peningkatan efisiensi tidak hanya berdampak pada waktu, tetapi juga pada kapasitas produksi. Dengan pengurangan *waste* utama (*waiting* dan *defect*), ritme produksi menjadi lebih stabil dan mendekati target produksi yang telah ditetapkan.

5.5 Dampak Usulan Perbaikan terhadap *Lead Time*, Kapasitas Produksi, dan Lingkungan

Implementasi usulan perbaikan melalui pendekatan *Kaizen* dan 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) menunjukkan dampak signifikan terhadap efisiensi proses, peningkatan produktivitas, dan pengurangan dampak lingkungan. Perbandingan kondisi sebelum dan sesudah perbaikan menjadi dasar untuk menilai efektivitas strategi perbaikan yang diterapkan.

5.5.1 Dampak terhadap *Lead Time*

Sebelum perbaikan, *lead time* total proses produksi didominasi oleh aktivitas menunggu (*waiting*) pada proses *assembly* serta *rework* di tahap *sewing*. Dengan penerapan *blower* pengering lem, standarisasi kerja antarproses, dan penataan ulang aliran kerja, waktu tunggu dapat ditekan secara signifikan.

Tabel 5. 3 Dampak Terhadap *Lead Time*

Kondisi	Total *Lead Time* (detik)	Perubahan
Current State	12.049	–
Future State	10.381	Turun 13,8%

Penurunan *lead time* ini menunjukkan bahwa proses menjadi lebih responsif dan mengalir tanpa hambatan signifikan, sehingga mengurangi *bottleneck* pada tahap kritis.

5.5.2 Dampak terhadap Kapasitas Produksi

Sebelum perbaikan, *output* produksi rata-rata berada pada 600 unit per bulan, namun belum terdapat mekanisme standar untuk meningkatkan *throughput* secara stabil. Setelah perbaikan diterapkan, terutama melalui pengurangan *defect* dan *scrap*, kapasitas produksi bergerak mendekati target peningkatan yang ditetapkan.

Tabel 5. 4 Dampak Terhadap Kapasitas Produksi

Parameter	Sebelum	Sesudah (Potensi)
Produksi Bulanan	±600 unit	Mencapai ±626 unit
Defect Rate	2–3%	Turun hingga ±1%
Rework	Cukup tinggi	Turun 50%

Peningkatan kapasitas produksi setelah penerapan perbaikan dihitung menggunakan pendekatan proporsional terhadap penurunan *lead time*, dengan mempertimbangkan faktor efisiensi total (η) untuk merepresentasikan kondisi aktual di lapangan (Muchiri, 2015). Hubungan antara *lead time* dan kapasitas produksi dalam penelitian ini didasarkan pada prinsip *Little's Law*, yang menyatakan bahwa jumlah pekerjaan dalam proses (*Work In Process*/ WIP) merupakan hasil kali antara *throughtput* (jumlah keluaran per satuan waktu) dan *lead time* (waktu penyelesaian total) (Modrak, 2023). Dengan demikian, ketika kapasitas sumber daya dan WIP dianggap konstan, *throughput* berbanding terbalik dengan *lead time* akan meningkatkan produktivitas atau kapasitas *output*. Hubungan ini dinyatakan dalam persamaan:

$$\boldsymbol{Output\ Baru = Output\ Lama\ x\ \frac{LT\ Lama}{LT\ Baru}\ x\ \eta}$$

Ket:

LT = *Lead Time* (detik per siklus produksi)

η = faktor efisiensi total aktual, yang dalam penelitian ini diestimasi antara 0,90-0,95 untuk menyesuaikan variabilitas proses.

$$\boldsymbol{Output\ Baru = 600\ x\ \frac{12.049}{10.381}\ x\ 0{,}9 = 626\ unit/bulan}$$

Berdasarkan hasil pengukuran, nilai *lead time* awal sebesar 12.049 detik turun menjadi 10.381 detik setelah perbaikan, sedangkan faktor efisiensi total ditetapkan sebesar 0,9 untuk memperhitungkan waktu tidak produktif seperti *downtime*, kelelahan operator, dan variasi permintaan. Dengan demikian, kapasitas produksi meningkat dari 600 unit/bulan menjadi sekitar 626 unit/bulan. Nilai ini menunjukkan kenaikan kapasitas sebesar ±4,3% yang dihasilkan tanpa penambahan tenaga kerja maupun mesin baru, melainkan melalui peningkatan efisiensi proses dan penurunan aktivitas *non-value added.*

5.5.3 Dampak terhadap Aspek Lingkungan

Selain peningkatan produktivitas, implementasi usulan perbaikan turut memberikan dampak signifikan terhadap kinerja lingkungan (*environmental performance*). Pendekatan *Lean and Green* yang diterapkan melalui prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) berkontribusi langsung terhadap penurunan limbah, konsumsi material, serta kualitas lingkungan kerja.

Fokus utama perbaikan lingkungan berada pada tiga sumber *green waste*, yaitu limbah padat, limbah kimia, dan emisi udara (VOC). Setelah dilakukan tindakan perbaikan, seperti optimalisasi penggunaan lem, pemanfaatan kembali *scrap* kulit, dan penerapan standarisasi penggunaan energi, terjadi peningkatan kesadaran keberlanjutan dalam proses produksi.

Tabel 5. 5 Dampak Terhadap Aspek Lingkungan

Aspek Lingkungan	Dampak Perbaikan
Limbah padat (*scrap* kulit & benang)	Turun melalui *Reuse* dan *Recycle*
Konsumsi energi (mesin jahit, *blower*)	Turun melalui penerapan standar hemat energi saat *idle* dan *shutdown equipment*
Limbah kimia (lem)	Turun melalui *Reduce* & kontrol aplikasi
Emisi & VOC	Berkurang melalui penambahan ventilasi alami dan *exhaust fan*

Perbaikan ini juga berkontribusi terhadap beberapa kriteria Industri Hijau (Kemenperin), khususnya pada efisiensi energi, pengurangan limbah non-B3, dan efisiensi bahan baku.

BAB VI
PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai penerapan *Lean and Green Manufacturing* pada proses produksi tas kulit di IKM Djoen Leather, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Aktivitas *non-value added* (*waste*) yang terjadi dalam proses produksi di IKM Djoen Leather teridentifikasi tujuh jenis *waste* utama yang muncul di sepanjang aliran produksi. *Waste* yang paling dominan adalah:
   a. *Waiting*, terutama pada proses pengeringan lem di tahap *assembly*,
   b. *Defect/Rework*, yang muncul akibat inkonsistensi jahitan dan tidak adanya standar kualitas operator,
   c. *Green Waste* (*Scrap material*), yang terjadi pada proses pemotongan kulit dan kain karena pola manual tanpa optimasi. Selain itu, ditemukan pula *waste* pendukung seperti *motion* (gerakan tidak efisien), *inventory*, dan *transportation*, meskipun dengan intensitas lebih kecil.
2. Dampak *waste* terhadap biaya dan lingkungan yang terjadi di IKM Djoen Leather tidak hanya menghambat produktivitas, namun juga berdampak terhadap biaya operasional serta lingkungan.
   a. Dampak biaya yaitu *defect* menyebabkan *rework* dan pemborosan bahan, *waiting* menambah *lead time*, dan *motion* mengurangi efektivitas operator.
   b. Dampak lingkungan yaitu *scrap* kulit dan sisa lem menimbulkan limbah padat dan emisi VOC, sehingga menciptakan risiko pencemaran jika tidak dikelola. Dengan demikian, *waste* yang tidak dikendalikan berkontribusi terhadap meningkatnya biaya akibat ketidakefisiensinan proses produksi (*cost of inefficiency*) sekaligus dampak lingkungan dari proses produksi (*environmental footprint*).
3. Usulan perbaikan *Lean & Green Manufacturing* difokuskan pada eliminasi *waste* melalui penerapan:
   a. Kaizen, berupa 5S, dan *quality control*.
   b. Prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) untuk pengurangan limbah dan optimalisasi bahan baku. Setiap usulan dikaitkan dengan aspek keberlanjutan (*sustainable*

manufacturing), seperti efisiensi energi, pengurangan limbah non-B3, dan pengelolaan material ramah lingkungan.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan baik untuk pihak IKM maupun untuk peneliti selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Implementasi berkelanjutan *Lean & Green Manufacturing* secara formal.
2. Investasi sederhana untuk mendukung produktivitas seperti penggunaan *blower* untuk mempercepat pengeringan lem, atau peralatan bantu untuk meminimalkan *motion* dan *defect*. Investasi kecil dapat berdampak signifikan terhadap efisiensi.
3. Pemanfaatan limbah sebagai nilai tambah.
4. Evaluasi ulang kapasitas dan target produksi dilakukan jika IKM ingin mengejar target produksi lebih tinggi, perlu dilakukan pertimbangan penambahan tenaga kerja atau sistem *shift* agar *gap* antara target dan aktual dapat ditutup sepenuhnya.

DAFTAR PUSTAKA

(EPA), U. S. E. P. A. (2019). *The Lean and Environment Toolkit*.

Adi, S., Herjuna, S., Marhaeni, V. F., Alvira, M., & Putri, F. (2025). *Impact of Training and Development Programs on Employee Performance in the Manufacturing Sector Acta Psychology Impact of Training and Development Programs on Employee Performance in the Manufacturing Sector*. *November 2024*. https://doi.org/10.35335/psychologia.v3i3.68

Afriandi, F. (2023). *Penerapan Lean Manufacturing Menggunakan Metode Waste Assessment Model (WAM) Untuk Mengurangi Waste Pada Lini Produksi Steel Structure*. *2*(4).

Aisyah, S. (2020). Perencanaan Lean Manufacturing Untuk Mengurangi Pemborosan Menggunakan Metode VSM Pada PT Y Indonesia. *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)*, *2*(2), 56. https://doi.org/10.30998/joti.v2i2.4096

Alifia, R., & Dhamanti, I. (2022). *IMPLEMENTATION OF ROOT CAUSE ANALYSIS ON PATIENT SAFETY IINCIDENCE*. *6*(1), 14–20.

Ansyah, E., & Kustiwan, S. (2025). *Analisis Lean Manufacturing untuk Mengurangi Cycle Time dengan Menggunakan Metode Value Stream Mapping*. *5*(3), 2153–2162.

Astutik, W. (2022). *SIMULASI PENINGKATAN KUALITAS SECARA KONTINU DENGAN METODE WASTE ASSESSMENT MODEL (WAM) DAN METODE DEMING CYCLE (PDCA) UNTUK MEREDUKSI PEMBOROSAN PADA PERUSAHAAN MANUFAKTUR TEPUNG TAPIOKA*.

Auliya, D. F., Marlyana, N., & Fatmawati, W. (2021). Analisis Penentuan Faktor Pendorong dalam Penerapan Green Manufacturing di PT. Aneka Adhilogam Karya dengan Metode Fuzzy Topsis. *Jurnal Teknik Industri*, *11*(2), 156–163. https://doi.org/10.25105/jti.v11i2.9708

Budihardjo, R., & Hadipuro, W. (2022). Green Value Stream Mapping: A Tool For Increasing Green Productivity (The Case of PT. NIC). *Journal of Management and Business Environment (JMBE)*, *4*(1), 1–19. https://doi.org/10.24167/jmbe.v4i1.4620

Cahyadi, U., & Setiawan, R. (2025). *Usulan Perbaikan Kualitas Tas Aliyen Polo . DR dengan SQC dan FMEA di CV Aliyen Bag*. 78–87. https://doi.org/10.33364/kalibrasi/v.23-1.1857

Fathliana Retno Ningrum. (2020). Identifikasi Waste Produksi Jersey Melalui Penerapan Lean Manufacturing Dengan Menggunakan Value Stream Mapping (Vsm) (Studi Kasus Ssco Sport Apparel Ciamis). *Jmig Jurnal Mahasiswa Industri Galuh*, *1*(1), 127–138.

Fatih, M., & Mursalim, H. (2025). *PRAKIRAAN KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA PT PLN (PERSERO) UP3 MAKASSAR SELATAN DENGAN METODE*. *01*(02), 2–7.

Fatinnisa, G. A., & Saifuddin, J. A. (2024). Analysis of Value Stream Mapping (VSM) in the Application of Lean Manufacturing to Minimize Waste at PT. Karya Indah Medika. *IJIEM - Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management*, *5*(1), 234. https://doi.org/10.22441/ijiem.v5i1.22395

Firdaus, R. Z., & Wahyudin, W. (2023). Penerapan Konsep Lean Manufacturing untuk Meminimasi Waste pada PT Anugerah Damai Mandiri (ADM). *Journal of Integrated System*, *6*(1), 21–31. https://doi.org/10.28932/jis.v6i1.5632

Garza-Reyes, J. A., Torres Romero, J., Govindan, K., Cherrafi, A., & Ramanathan, U. (2018). A PDCA-based approach to Environmental Value Stream Mapping (E-VSM). *Journal of Cleaner Production*, *180*, 335–348. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.121

Hakim, F. M. (2024). *Meminimalisir Waste Pada Proses Produksi Sarung Tangan di CV. XYZ Menggunakan Lean Manufacture*. *2*(4), 1–11.

Harianto, D., & Kusuma, D. A. (2022). *Pengendalian Kerusakan Jahitan Produk Fashion*

Dengan Statistical Process Control (SPC) di PT . SRI. *5*(1), 46–53.

Hongliang, Z., & Wenbin, L. U. O. (2017). *基于 EVSM 及仿真技术的精益生产改善研究*. https://doi.org/10.3969/j.issn.1007-7375.e16-2313

Imtinan, I., & Cahyaputri, B. (2024). Waste Identification Using the Value Stream Mapping (VSM) Method on the PT XYZ Transparent Bar Soap Production Line. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen*, *22*(1), 27–34. https://doi.org/10.52330/jtm.v22i1.194

Inoue, S. (2017). *Exploring Energy-Saving Potential for Industrial Sector Using Factory Energy Management System*. *February*, 19–52.

Irawan, Y. B., & Fitriani, K. (2024). *Waste Assessment Model (WAM): How Does the Company Assess the Waste ? 16*(2), 130–145.

Iskandar, R., & Singgih, M. L. (2023). *Lean and Green Value Stream Mapping: Case Study of an East Java Furniture Factory* (Vol. 2023, Issue InCITE 2023). Atlantis Press International BV. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-288-0_12

Issue, V., & Almuhari, H. J. (2025). *JUTIN : Jurnal Teknik Industri Terintegrasi Integrasi Metode RCA dan TRIZ dalam Menyelesaikan Masalah Produksi Bata Ringan (Studi Kasus di PT . X)*. *8*(3), 2529–2542.

Jones, P. W., & Daniel, T. J. (2010). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. Simon and Schuster*. https://books.google.com.my/books?hl=en&lr=&id=2eWHaAyiNrgC&oi=fnd&pg=PA5&ots=2OJ7ssakMq&sig=uyGqysJla6nQ3rAI2dySx5XI5y8&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Khunaifi, A., Rangga Primadasa, & Sugoro Bhakti Sutono. (2022). Implementasi Lean Manufacturing untuk Meminimasi Pemborosan (Waste) Menggunakan Metode Value Stream Mapping di PT. Pura Barutama. *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, *4*(2), 87–93. https://doi.org/10.37631/jri.v4i2.560

Kurnia, H., & Setiawan, I. (2022). *Integrasi Lean dan Green Manufacturing Untuk mengurangi Pemborosan Proses dan Limbah Kertas Rekrutmen Karyawan Pada Industri Manufaktur di Indonesia*. *11*(2), 145–156.

Lesmana, S. A. (2020). Lean Manufacturing Implementation to Reduce Waste Using the Waste Assessment Model Method in the Production Process. *International Journal of Engineering Research and Advanced Technology*, *06*(12), 07–16. https://doi.org/10.31695/ijerat.2020.3672

Megayanti, W., & Anityasari, M. (2018). *SUSTAINABLE SUPPY CHAIN VALUE STREAM MAPPING (SSC-VSM) The Application in Two Bottle Drinking Water Companies*. 3573–3585.

Modrak, V. (2023). *Process Modularity Impact on Manufacturing Lead Time and Throughput Rate in Terms of Mass Customization*.

Muchiri, P. (2015). *Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): Literature review and practical application discussion*. *July 2008*. https://doi.org/10.1080/00207540601142645

Mukti, M., & Alfaritsy, A. Z. (2024). *PENDEKATAN LEAN MANUFACTURING MENGGUNAKAN METODE VALUE STREAM MAPPING (VSM) PADA UMKM pendekatan Lean Manufacturing menggunakan Value Stream Mapping diharapkan dapat mengidentifikasi pemborosan yang terjadi dan memberikan usulan perbaikan untuk*. *2*(4), 423–432.

Nasution, K., Fitra, A., & Insani, A. (2025). *JUTIN : Jurnal Teknik Industri Terintegrasi Penerapan Root Cause Analysis (RCA) dalam mengurangi tingkat cacat produk stick lolipop*. *8*(1). https://doi.org/10.31004/jutin.v8i1.41003

Nasution, W. N., & Mulatsih, S. (2019). Analisis Kinerja Ekspor Alas Kaki Indonesia Ke Kawasan Asean. *Ilmu Ekonomi Dan Kebijakan Pembangunan*, *8*(2), 182–204.

Nurfitria, N., Nabila, N., & Mardiyah, S. (2024). Sosialisasi Penerapan Prinsip 3R (Reduse, Reuse and Recycle) dalam Menumbuhkan Karakter Peduli Lingkungan di Kampung Panggang Kota Serang. *Jurnal PKM Manajemen Bisnis*, *4*(2), 141–153. https://doi.org/10.37481/pkmb.v4i2.776

Nurwahidah, A., Stream, G. V., Mode, F., & Analysis, E. (2022). *PENERAPAN LEAN AND GREEN VALUE STREAM MAPPING UNTUK MENGIDENTIFIKASI WASTE DAN DAMPAK LINGKUNGAN PADA INDUSTRI MANUFAKTUR*. *16*(2).

Parwati, C. I., Arsa, I. W. A., & Sodikin, I. (2023). Pendekatan Lean Manufacturing Dengan Value Stream Mapping (VSM) Dan Kaizen Pada Proses Produksi Tas Kulit. *Nusantara of Engineering (NOE)*, *6*(1), 74–81. https://doi.org/10.29407/noe.v6i1.19906

Pedulwar, S. B., & Sheikh, N. (2024). *WORKFORCE DEVELOPMENT AND ORGANIZATIONAL PERFORMANCE : A STUDY ON TRAINING INTERVENTIONS IN SMALL-SCALE INDUSTRIES OF CHANDRAPUR*. *5*, 752–756. https://doi.org/10.29121/shodhkosh.v5.i7.2024.440

Pranata, E. A., Program, M., Teknologi, S., Manufaktur, R., Mesin, J. T., Lhokseumawe, P. N., Jurusan, D., Mesin, T., Negeri, P., Alami, K., & Cermin, R. (2023). *DESAIN DAN ANALISA ALAT PENGERING TIPE SURYA PADA PENGERINGAN*. *7*(2).

Prayugo, J., & Zhong, L. . (2021). Green productivity: waste reduction with green value stream mapping. A case study of leather production. *International Journal of Production Management and Engineering*, *9*, 47–55. https://doi.org/https://doi.org/10.4995/ijpme.2021.1225

Prihandoyo, F. A., & Putro, U. S. (2025). *Scoring Method in ERP Bus Program with Multi-Criteria Decision Making (MCDM): AHP and WSM*. *10*(4), 1–11.

Ratnasari, A., & Kirwani, D. H. (2015). Peranan Industri Kecil Menengah (Ikm) Dalam Penyerapan Tenaga Kerja Di Kabupaten Ponorogo. *Jurnal Pendidikan Ekonomi*, *1*(3), 11–17. https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jupe/article/view/3625

Sakai, S. ichi, Yano, J., Hirai, Y., Asari, M., Yanagawa, R., Matsuda, T., Yoshida, H., Yamada, T., Kajiwara, N., Suzuki, G., Kunisue, T., Takahashi, S., Tomoda, K., Wuttke, J., Mählitz, P., Rotter, V. S., Grosso, M., Astrup, T. F., Cleary, J., … Moore, S. (2017). Waste prevention for sustainable resource and waste management. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, *19*(4), 1295–1313. https://doi.org/10.1007/s10163-017-0586-4

Sangwa, N. R., & Sangwan, K. S. (2020). Continuous kaizen implementation to improve leanness: A case study of indian automotive assembly line. In *Sustainable Production, Life Cycle Engineering and Management*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-44248-4_6

Sari, U., Rusdiantini, S., Novianti, S., Samawa, U., Besar, S., Info, A., History, A., Economy, C., Industry, M., & Waste, R. (2025). *EKONOMI SIRKULAR DALAM INDUSTRI MANUFAKTUR : STRATEGI UNTUK MENGURANGI LIMBAH DAN*. 230–239.

Setiawan, I., & Rahman, A. (2021). Penerapan Lean Manufacturing Untuk Meminimalkan Waste Dengan Menggunakan Metode VSM Dan WAM Pada PT XYZ. *Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, 1–10.

Siagian, T., Reduction, W., & Digital, T. (2025). *PENERAPAN LEAN MANUFACTURING UNTUK MENGURANGI WASTE DALAM PROSES*. *8*, 784–790.

Su, R. (2024). *Simulation and EVSM-based Lean Line Improvement*. *11*(3).

Sulistyowati, E., & Munawaroh, M. (2025). *JUTIN : Jurnal Teknik Industri Terintegrasi Integrating Value Stream Mapping , Waste Assessment Model , and Root Cause Analysis*

to Improve Loading – Unloading Efficiency at PT XYZ. *8*(3), 3599–3604.

Syaputra, M. J., & Aisyah, S. (2022). Kaizen Method Implementation in Industries: Literature Review and Research Issues. *IJIEM - Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management*, *3*(2), 116. https://doi.org/10.22441/ijiem.v3i2.15408

Tasya, R., Purnamasari, H., & Ramdani, R. (2022). Implementasi Program Pengembangan Industri Kecil Menengah (Ikm) Oleh Dinas Perindustrian Kabupaten Bekasi. *Jurnal Pemerintahan Dan Politik*, *7*(3), 42–47. https://doi.org/10.36982/jpg.v7i3.2317

Woldemicael, W. W., Berhan, E., Kitaw, D., & Tesfaye, G. (2024). Enhancing operation efficiency of leather manufacturing industry through hybrid of value stream mapping and discrete event simulation. *Cogent Engineering*, *11*(1). https://doi.org/10.1080/23311916.2024.2375423

Wurjaningrum, F. (2024). *Jurnal Ekonomi dan Bisnis Airlangga WASTE MANAGEMENT USING LEAN-GREEN APPROACH : A CASE STUDY IN A FURNITURE COMPANY*. *34*(1), 113–127. https://doi.org/10.20473/jeba.V34I12024.113-127

Yusuf, M. (2025). *Value Stream Maintenance Mapping (VSMM) and Root Cause Analysis (RCA) in Enhancing Machine Reliability in the Bottled Water Industry*.

LAMPIRAN



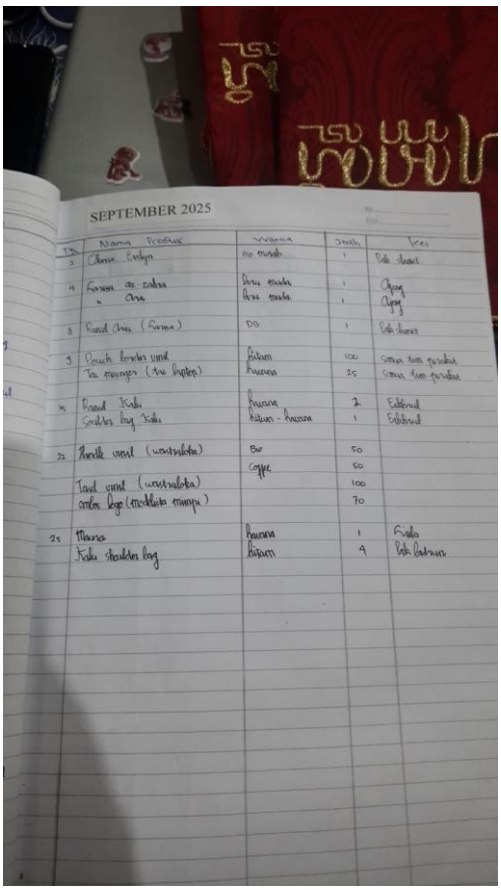


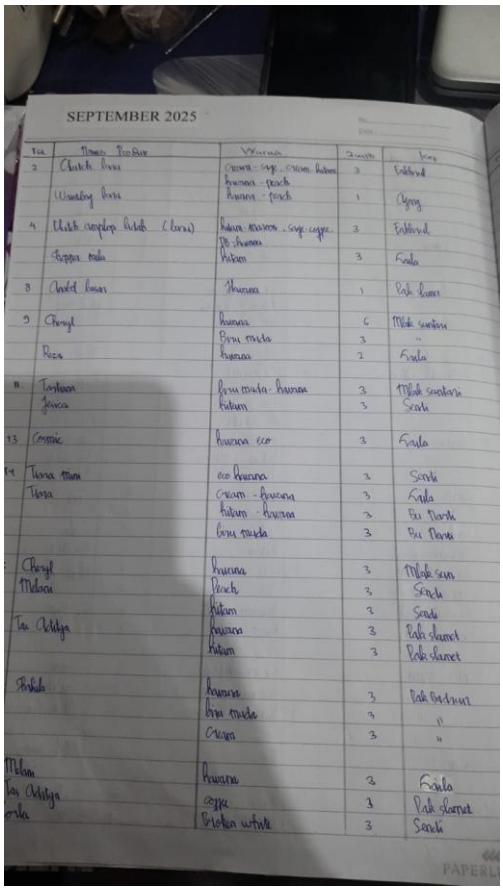





BUKA
OPEN




SEPTEMBER 2025


SEPTEMBER 2025

