

**ANALISIS PENGURANGAN DAMPAK LINGKUNGAN PADA PROSES
PRODUKSI BATIK TULIS DENGAN PENDEKATAN
*ENVIRONMENTAL VALUE STREAM MAPPING***

TUGAS AKHIR

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



Nama : Apriliano Rossy Syahputra
No. Mahasiswa : 20522125

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2026**

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, Juni 2026



A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and a long horizontal stroke at the end.

(Apriliano Rossy Syahputra)
20522125

SURAT BUKTI PENELITIAN

BATIK TULIS SUNGSANG

Alamat : Karangkulon 05, Karang Kulon, Wukirsari, Kec. Imogiri, Kabupaten
Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55782

SURAT KETERANGAN

Dengan ini UMKM Batik Tulis Sungsang menyatakan bahwa :

Nama : Apriliano Rossy Syahputra

Nim : 20522125

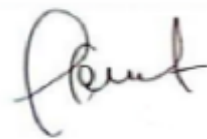
Jurusan : Teknik Industri

Fakultas : Teknologi Industri

Universitas : Universitas Islam Indonesia

Dengan adanya surat ini, yang bersangkutan diatas telah selesai melakukan penelitian untuk penulisan tugas akhir di UMKM batik tulis Sungsang, selama periode 20 maret – 20 april 2024. Demikian surat ini dibuat untuk keterangan selesai penelitian.

Bantul, 05 November 2024
Pemilik UMKM Batik Sungsang



Ayu

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**ANALISIS PENGURANGAN DAMPAK LINGKUNGAN PADA PROSES
PRODUKSI BATIK TULIS DENGAN PENDEKATAN
*ENVIRONMENTAL VALUE STREAM MAPPING***



TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Apriliano Rossy Syahputra

No. Mahasiswa : 20522125

Yogyakarta, Juni 2026

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in black ink, likely belonging to Dr. Taufiq Immawan, the supervisor.

(Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M., IPM., ASEAN Eng.)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

ANALISIS PENGURANGAN DAMPAK LINGKUNGAN PADA PROSES PRODUKSI BATIK TULIS DENGAN PENDEKATAN *ENVIRONMENTAL VALUE STREAM MAPPING*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Apriliano Rossy Syahputra

No. Mahasiswa : 20522125

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, - Juni – 2026

Tim Penguji

Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M., IPM.,
ASEAN Eng.

Ketua

Wahyudhi Sutrisno, S.T., M.M., M.T

Anggota I

Ratih Dianingtyas Kurnia, S.T., Ph.D.

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana
Fakultas Teknologi Industri



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

NIK. 015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur keadan Allah SWT, atas limpahan rahmat dan karunianya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada kedua orang tua tercinta, yang selalu memberikan dukungan moral, spiritual, serta material, dan tidak pernah lelah mendoakan serta membimbing saya. Juga, saya sampaikan rasa terimakasih kepada Bapak Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M., IPM., ASEAN Eng. selaku dosen pembimbing yang memberikan ilmu, arahan, dan motivasi, serta kepada rekan-rekan yang sudah memberikan semangat dan rasa kebersamaan dalam mengerjakan tugas ini.

MOTTO

“Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi setelah (Allah) memperbaikinya.”
(QS. Al-A'raf: 56)

“Setiap pemborosan adalah ketidakseimbangan, dan setiap perbaikan adalah ikhtiar untuk
menjaga keseimbangan yang telah Allah tetapkan”
(Apriliano Rossy Syahputra)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur dari penulis atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan seluruh rahmat dan nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dan di IKM Batik Sungsang yang berjudul Analisis Pengurangan Dampak Lingkungan Pada Proses Produksi Batik Tulis Dengan Pendekatan *Environmental Value Stream Mapping* dapat terselesaikan dengan baik dan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Tak lupa sholawat serta salam senantiasa penulis haturkan kepada kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan pengikutnya hingga akhir zaman yang telah berjuang dan membimbing kita dari zaman yang berjuang dan membimbing kita dari zaman kegelapan menuju jalan yang terang benderang untuk menggapai ridho Allah SWT.

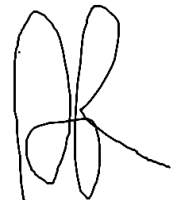
Pelaksanaan Tugas Akhir merupakan salah satu prasyarat untuk memperoleh gelar sarjana Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Industri Program Sarjana Universitas Islam Indonesia. Dengan dilakukannya pelaksanaan Tugas Akhir ini diharapkan mahasiswa dapat mengetahui penerapan teori yang telah didapatkan dalam perkuliahan dan pengetahuan lapangan dalam dunia industri.

Penyusunan laporan tidak akan berhasil tanpa peran dari berbagai pihak, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Sri Kusumadewi, S.Si., M.T selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Muhammad Ridwan Andi Purnomo S.T., M.Sc., Ph.D., IPM selaku Ketua Program Studi Jurusan Teknik Industri Program Sarjana Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M., IPM., ASEAN Eng. Selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan kepada penulis.
4. IKM Batik Sungsang yang telah menerima penelitian penulis untuk menjalankan Tugas Akhir.
5. Orang tua serta kakak penulis yang telah memberikan doa, semangat moril, motivasi, dan restu selama menjalankan Tugas Akhir berlangsung.
6. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam pelaksanaan Tugas Akhir yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis mengucapkan permohonan maaf karena penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca sebagai bahan pembelajaran di masa mendatang. Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan bagi semua pihak. Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, Juni 2026



Apriliano Rossy Syahputra
NIM 20522125

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis pengurangan dampak lingkungan pada proses produksi batik tulis motif Wahyu Tumurun di IKM Batik Sungsang dengan pendekatan *Environmental Value Stream Mapping* (E-VSM). Metode penelitian meliputi observasi, wawancara, proses activity mapping, perhitungan emisi berdasarkan faktor emisi lokal, pembuatan *Current State* E-VSM, analisis akar masalah menggunakan *Fishbone Diagram*, perumusan tindakan perbaikan 5W+1H, dan penyusunan *Future State* E-VSM. Hasil identifikasi menunjukkan dua kategori *Environmental Waste* utama, yaitu *Water Waste* (penggunaan air berlebih terutama pada proses pelorodan dan penguncian) dan *Emission Waste* (emisi signifikan dari pembakaran kayu pada proses pelorodan dan beberapa tahapan pemanasan). Usulan perbaikan meliputi pemasangan kran otomatis untuk mengurangi pemborosan air serta pemasangan cerobong dan filter asap (serta rekomendasi penggantian bahan bakar bila memungkinkan) untuk menurunkan emisi. Implementasi usulan memunculkan estimasi penurunan penggunaan air dari 75 L menjadi 60 L (penurunan 20%) dan pengurangan emisi total dari 31,41 kg CO₂ menjadi 9,01 kg CO₂ (penurunan sekitar 71,3%) pada skenario *Future State* E-VSM. Penelitian ini diharapkan menjadi rekomendasi praktis bagi IKM Batik Sungsang untuk meningkatkan efisiensi sumber daya dan mengurangi dampak lingkungan tanpa mengganggu proses produksi utama.

Kata kunci: *Environmental Value Stream Mapping*, batik tulis, *Environmental Waste*, *Water Waste*, *Emission Waste*, IKM Batik Sungsang.

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	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kajian Literatur	6
2.2 Landasan Teori	8
2.2.1 <i>Konsep Green Manufacturing</i>	8
2.2.2 <i>Environmental Waste</i>	8
2.2.3 <i>Process Activity Mapping</i>	10
2.2.4 <i>Environmental Stream Mapping (EVSM)</i>	11
2.2.5 <i>Fishbone Diagram</i>	11
2.2.6 Konsep 5W+1H	12
BAB III METODE PENELITIAN	13
3.1 Objek Penelitian	13
3.2 Subjek Penelitian	13
3.3 Jenis Data	13
3.4 Metode Pengumpulan Data	14
3.5 Alur Penelitian	15
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	19
4.1 Pengumpulan Data	19
4.1.1 Profil IKM	19
4.1.2 Proses Produksi	19
4.1.3 Aktivitas Produksi	22
4.1.4 Metode Perhitungan Emisi dari Produksi dan Konsumsi Energi	32
4.1.5 Penggunaan Sumber Daya Tiap Aktivitas	34
4.2 Pengolahan Data	36
4.2.1 Identifikasi <i>Waste</i>	36
4.2.2 Perhitungan Emisi <i>Current State Environmental Value Stream Mapping</i>	61
4.2.3 <i>Current State Environmental Value Stream Mapping</i>	63
4.2.4 <i>Fishbone Diagram</i>	65
4.2.5 Rencana Tindakan Perbaikan 5W+1H Berdasarkan <i>Fishbone Diagram</i>	67
4.2.6 Tindakan perbaikan Berdasarkan 5W+1H	70

4.2.7 Usulan Perbaikan	71
4.2.8 <i>Future State Environmental Value State Mapping</i>	77
BAB V PEMBAHASAN	79
5.1 Analisis Identifikasi <i>Waste</i>	79
5.2 Analisis Emisi pada <i>Current State Environmental Value Stream Mapping</i>	79
5.3 Analisis <i>Current State Environmental Value Stream Mapping</i>	80
5.4 <i>Fishbone Diagram</i>	80
5.5 Analisis Rencana Perbaikan 5W+1H Berdasarkan <i>Fishbone Diagram</i>	81
5.6 Tindakan Perbaikan Berdasarkan 5W+1H	82
5.7 Analisis Usulan.....	82
5.8 Analisis <i>Future State Environmental Value Stream Mapping</i>	83
BAB VI PENUTUP	85
6.1 Kesimpulan.....	85
6.2 Saran	85
DAFTAR PUSTAKA	87

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kajian Literatur	7
Tabel 4. 1 Aktivitas Proses Produksi	22
Tabel 4. 2 Data Jumlah Karyawan	31
Tabel 4. 3 Faktor Emisi Berdasarkan Jenis Bahan Bakar	33
Tabel 4. 4 Faktor Emisi Berdasarkan Jenis Bahan Bakar	33
Tabel 4. 5 Kesetaraan Kayu Bakar Dengan Jenis Bahan Bakar Lainnya	33
Tabel 4. 6 Faktor Emisi Jaringan Ketenagarlistrikan	33
Tabel 4. 7 Penggunaan Sumber Daya Tiap Aktivitas	34
Tabel 4. 8 Indetifikasi <i>Waste</i>	36
Tabel 4. 9 Identifikasi <i>Fishbone Diagram Water Waste</i>	66
Tabel 4. 10 Identifikasi <i>Fishbone Diagram Emission Waste</i>	67
Tabel 4. 11 Rencana tindakan perbaikan <i>Water Waste</i>	68
Tabel 4. 12 Rencana tindakan perbaikan <i>Emission Waste</i>	69
Tabel 4. 13 Tindakan perbaikan berdasarkan 5W+1h	70
Tabel 5. 1 Perubahan pada <i>Water Waste</i> dan <i>Emission Waste</i>	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....	15
Gambar 4. 1 Proses Produksi	19
Gambar 4. 2 <i>Current State Enviromental Value Stream Mapping</i>	63
Gambar 4. 3 <i>Fishbone Diagram Water Waste</i>	65
Gambar 4. 4 <i>Fishbone Diagram Emission</i>	66
Gambar 4. 5 Usulan Perbaikan <i>Water Waste</i>	72
Gambar 4. 6 Usulan Perbaikan <i>Emission Waste</i>	74
Gambar 4. 7 <i>Future State Enviromental Value Strean Mapping</i>	77

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki peranan penting dalam menunjang kehidupan manusia serta berbagai aktivitas ekonomi dan industri. Ketersediaan air yang memadai menjadi faktor utama dalam menjaga keberlangsungan kegiatan produksi, terutama pada sektor industri yang memiliki kebutuhan air cukup tinggi. Namun, peningkatan kebutuhan air yang tidak diimbangi dengan pengelolaan yang baik dapat menimbulkan permasalahan lingkungan, salah satunya adalah kelangkaan air. Oleh karena itu, upaya konservasi dan efisiensi penggunaan air menjadi aspek penting dalam mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan (Pradana et al., 2023).

Salah satu wilayah yang menghadapi permasalahan terkait ketersediaan air adalah Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Wilayah ini dikenal memiliki kondisi hidrologi yang cukup kritis, terutama pada musim kemarau. Meskipun telah dibangun Embung Imogiri yang berfungsi untuk mengurangi risiko banjir saat musim hujan dan menyediakan cadangan air pada musim kemarau, permasalahan kekeringan masih kerap terjadi. Menurunnya ketersediaan air pada musim kemarau menunjukkan bahwa pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya air secara efisien perlu menjadi perhatian berbagai pihak, termasuk sektor industri yang beroperasi di wilayah tersebut (Satriyo & Yuni, 2022).

Salah satu sektor industri yang memiliki ketergantungan tinggi terhadap penggunaan air adalah industri batik. Industri batik merupakan bagian dari industri kreatif yang memiliki nilai budaya dan ekonomi yang tinggi bagi Indonesia. Dalam proses produksinya, air digunakan pada berbagai tahapan, seperti pencucian kain, pewarnaan, pembilasan, hingga pelorodan. Tingginya kebutuhan air pada proses produksi menyebabkan industri batik berpotensi menghasilkan pemborosan apabila penggunaan air tidak dikelola secara efektif. Kondisi tersebut tidak hanya meningkatkan biaya operasional produksi, tetapi juga dapat memperbesar tekanan terhadap ketersediaan sumber daya air, khususnya pada wilayah yang rentan mengalami kekeringan.

Permasalahan penggunaan sumber daya yang kurang efisien dapat dijumpai pada salah satu industri kecil menengah (IKM) batik di Kabupaten Bantul, yaitu Batik Tulis Sungsang. Pada proses pencucian kain, penggunaan air masih belum optimal karena sering terjadi air yang meluap dari bak pencucian akibat keterlambatan penutupan kran saat proses pengisian. Kondisi

tersebut menyebabkan terjadinya pemborosan air yang seharusnya dapat diminimalkan melalui pengelolaan yang lebih baik. Mengingat lokasi industri berada di wilayah yang memiliki potensi keterbatasan sumber daya air pada musim kemarau, pemborosan tersebut menjadi salah satu permasalahan lingkungan yang perlu mendapat perhatian.

Selain permasalahan penggunaan air, aspek lingkungan lainnya yang menjadi tantangan dalam industri batik adalah tingginya emisi yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar pada proses produksi. Dalam konteks keberlanjutan lingkungan, industri kecil dan menengah (IKM) seperti produksi batik tulis menghadapi tantangan dalam mencari keseimbangan antara efisiensi produksi dan tanggung jawab lingkungan. Salah satu tantangan tersebut terjadi pada tahap pelorodan, di mana tingginya emisi gas rumah kaca juga menjadi perhatian. Salah satu faktor yang berkontribusi terhadap peningkatan emisi tersebut adalah penggunaan bahan bakar yang kurang ramah lingkungan, termasuk kayu bakar yang masih banyak digunakan oleh industri kecil dan menengah karena harganya relatif murah dan mampu menghasilkan panas yang cukup tinggi.

Pada Batik Tulis Sungsang, proses pelorodan masih menggunakan kayu sebagai bahan bakar utama. Meskipun penggunaan kayu dinilai ekonomis, proses pembakarannya menghasilkan asap, partikel halus, serta berbagai senyawa pencemar yang dapat menurunkan kualitas udara dan memberikan dampak negatif terhadap lingkungan maupun kesehatan pekerja. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mengidentifikasi berbagai bentuk pemborosan lingkungan yang terjadi selama proses produksi sehingga dapat dirumuskan strategi perbaikan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Berdasarkan berbagai penelitian terdahulu, penerapan konsep *Green Manufacturing* dan metode *Environmental Value Stream Mapping* (E-VSM) telah banyak digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan sumber daya dan dampak lingkungan pada berbagai sektor industri. Namun, sebagian besar penelitian tersebut lebih berfokus pada industri manufaktur berskala besar atau hanya mengidentifikasi pemborosan tanpa memberikan usulan perbaikan yang mempertimbangkan karakteristik dan keterbatasan sumber daya pada industri kecil dan menengah. Selain itu, penelitian yang secara khusus mengkaji *Environmental Waste* pada proses produksi batik tulis dengan menitikberatkan pada Water Waste dan Emission Waste menggunakan metode E-VSM masih relatif terbatas. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang tidak hanya mampu mengidentifikasi pemborosan lingkungan, tetapi juga merancang

usulan perbaikan yang realistis, mudah diterapkan, dan sesuai dengan kondisi operasional UMKM batik.

Berdasarkan permasalahan tersebut, metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan lingkungan pada proses produksi adalah *Environmental Value Stream Mapping* (E-VSM). Maka dari itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis *Environmental Waste* yang terjadi pada proses produksi batik tulis motif Wahyu Tumurun di Batik Tulis Sungsang serta memberikan usulan perbaikan guna mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi rekomendasi praktis bagi pelaku usaha batik dalam meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dan mengurangi pencemaran lingkungan. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan penerapan konsep produksi bersih dan manufaktur berkelanjutan pada sektor industri kecil dan menengah di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan, dapat diketahui bahwa proses produksi pada Batik TulisSungsang masih menghadapi beberapa permasalahan lingkungan, khususnya yang berkaitan dengan penggunaan sumber daya air dan emisi dari bahan bakar proses produksi. Penggunaan air pada proses pencucian kain yang belum optimal menyebabkan terjadinya pemborosan air akibat air yang meluap dari bak pencucian. Kondisi ini berpotensi memperbesar tekanan terhadap ketersediaan sumber daya air, terutama karena lokasi industri berada di wilayah yang rentan mengalami kekeringan pada musim kemarau.

Selain itu, pada proses pelorodan, penggunaan kayu bakar sebagai bahan bakar utama masih menghasilkan emisi berupa asap, partikel halus, dan senyawa pencemar lainnya yang dapat berdampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan pekerja. Permasalahan tersebut menunjukkan adanya *Environmental Waste* dalam proses produksi yang perlu diidentifikasi agar dapat dirumuskan langkah-langkah perbaikan yang tepat. Berdasarkan uraian tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apa saja bentuk *Environmental Waste* yang terjadi pada proses produksi batik tulis motif Wahyu Tumurun di Batik Tulis Sungsang?
2. Apa faktor penyebab terjadinya *Environmental Waste* pada proses produksi batik tulis motif Wahyu Tumurun di Batik Tulis Sungsang?

3. Bagaimana usulan perbaikan yang dapat diberikan untuk mengurangi *Environmental Waste* pada proses produksi batik tulis motif Wahyu Tumurun di Batik Tulis Sungsang?
4. Bagaimana perubahan kondisi *Environmental Waste* setelah dilakukan usulan perbaikan pada proses produksi batik tulis motif Wahyu Tumurun di Batik Tulis Sungsang?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi *Environmental Waste* yang terjadi pada proses produksi batik tulis motif Wahyu Tumurun di Batik Tulis Sungsang
2. Menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya *Environmental Waste* pada proses produksi batik tulis motif Wahyu Tumurun di Batik Tulis Sungsang.
3. Menyusun usulan perbaikan yang efektif untuk mengurangi *Environmental Waste* berdasarkan hasil analisis *Environmental Value Stream Mapping* (E-VSM).
4. Mengetahui perubahan nilai *waste water dan emission*, yang terjadi setelah dilakukan usulan perbaikan pada *environment waste* di IKM Batik Sungsang.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai jenis-jenis *Environmental Waste* yang terjadi pada proses produksi batik tulis motif Wahyu Tumurun.
2. Memberikan gambaran mengenai faktor-faktor penyebab terjadinya *Environmental Waste* sehingga perusahaan dapat mengetahui akar permasalahan yang perlu diperbaiki.
3. Menjadi bahan pertimbangan dalam penerapan usulan perbaikan untuk mengurangi pemborosan sumber daya, meningkatkan efisiensi proses produksi, serta meminimalkan dampak lingkungan.
4. Membantu perusahaan mengevaluasi efektivitas usulan perbaikan melalui perbandingan kondisi sebelum dan sesudah perbaikan sehingga dapat dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan untuk perbaikan berkelanjutan.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan penelitian yang ada pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dilakukan pada rantai produksi di IKM Batik Tulis Sungsang
2. Jenis motif yang diidentifikasi yaitu motif wahyu tumurun
3. Penelitian ini hanya sampai pada tahap *Future State Mapping* dan tidak memperhitungkan biaya-biaya terkait usulan yang diberikan.
4. Penelitian ini hanya mengkalkulasi output Karbon dioksida (Co2) yang dihasilkan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Berdasarkan hasil kajian terhadap lima belas penelitian terdahulu, dapat diketahui bahwa penerapan konsep *Green Manufacturing* telah banyak dilakukan pada berbagai sektor industri, seperti industri mebel, kulit, pangan, farmasi, dan manufaktur lainnya. Masing-masing penelitian menggunakan pendekatan yang berbeda sesuai dengan karakteristik permasalahan yang dihadapi, di antaranya *Environmental Value Stream Mapping (E-VSM)*, *Green Value Stream Mapping (GVSM)*, *Life Cycle Assessment (LCA)*, *Green Supply Chain Operations Reference (GSCOR)*, *Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM)*, serta *Value Stream Mapping (VSM)*. Perbedaan metode tersebut menunjukkan bahwa setiap penelitian memiliki fokus analisis yang berbeda, baik pada pengukuran kinerja lingkungan, identifikasi pemborosan sumber daya, evaluasi emisi, maupun peningkatan efisiensi proses produksi.

Selain perbedaan metode, objek penelitian pada penelitian terdahulu juga sangat beragam dan sebagian besar dilakukan pada industri manufaktur berskala besar maupun industri pengolahan tertentu. Hasil penelitian umumnya menunjukkan bahwa penerapan konsep *Green Manufacturing* mampu meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, mengurangi limbah produksi, menekan konsumsi energi, serta menurunkan dampak lingkungan melalui berbagai usulan perbaikan sesuai karakteristik masing-masing industri. Namun demikian, penelitian yang secara khusus mengkaji penerapan *Environmental Value Stream Mapping (E-VSM)* pada proses produksi batik tulis skala usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) masih relatif terbatas. Selain itu, sebagian besar penelitian lebih berfokus pada identifikasi pemborosan atau pengukuran kinerja lingkungan tanpa mengkaji secara bersamaan pemborosan penggunaan air (*Water Waste*) dan emisi hasil pembakaran (*Emission Waste*) dalam satu sistem produksi.

Oleh karena itu, penelitian ini memiliki perbedaan sekaligus memberikan kontribusi dibandingkan penelitian terdahulu, yaitu dengan menerapkan *Environmental Value Stream Mapping (E-VSM)* pada proses produksi batik tulis motif Wahyu Tumurun di IKM Batik Tulis Sungsang untuk mengidentifikasi *Water Waste* dan *Emission Waste*, kemudian menganalisis akar penyebabnya menggunakan *Fishbone Diagram* dan metode 5W+1H, serta menyusun usulan perbaikan yang disesuaikan dengan kondisi operasional UMKM melalui pemasangan kran otomatis dan modifikasi tungku pembakaran. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya

mengidentifikasi pemborosan lingkungan, tetapi juga memberikan rekomendasi perbaikan yang praktis dan dapat diterapkan pada industri batik tulis sebagai upaya mendukung penerapan *Green Manufacturing* secara berkelanjutan.

Tabel 2. 1 Kajian Literatur

No	Penulis	Tahun	Metode Penelitian		
			<i>Green Manufacturing</i>	EVSM	PAM
1	Sukendar et al.	2021	√	√	
2	Pujianto et al.	2022	√	√	
3	Nurwahidah et al.	2022	√	√	√
4	Prasetyo et al.	2023	√	√	√
5	Rasshif et al.	2023	√	√	
6	Krisnasari & Vanany	2023	√	√	√
7	Nic	2022	√		
8	Iskandar & Singgih	2023	√		
9	Yulianto & Ismanto	2024	√	√	
10	Alavi et al.	2023	√	√	
11	Sultan et al.	2021	√	√	
12	Zhu et al.	2020	√	√	
13	Prayugo & Zhong	2021	√	√	
14	Dimiyati & Singgih	2020	√	√	
15	Azeez & Mahdi	2023	√	√	

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Konsep Green Manufacturing

Green Manufacturing (manufaktur hijau) merupakan suatu pendekatan strategis dalam sistem industri yang berorientasi pada keberlanjutan melalui penerapan prinsip perbaikan berkelanjutan (*Continuous Improvement*) terhadap proses produksi dan produk yang dihasilkan. Pendekatan ini menekankan pentingnya integrasi aspek lingkungan ke dalam seluruh siklus produksi, mulai dari pemilihan bahan baku, proses pengolahan, distribusi, hingga tahap akhir daur hidup produk. Tujuan utamanya adalah mencegah dan mengurangi pencemaran udara, air, dan tanah, menekan timbulan limbah, serta meminimalkan risiko yang dapat berdampak negatif terhadap kesehatan manusia dan kelestarian makhluk hidup lainnya. Dengan demikian, *Green Manufacturing* tidak hanya berfungsi sebagai strategi pengendalian dampak lingkungan, tetapi juga sebagai upaya sistematis untuk menciptakan proses industri yang lebih efisien dan bertanggung jawab.

Lebih lanjut, *Green Manufacturing* dapat dipahami sebagai integrasi komprehensif berbagai kebijakan, inisiatif, teknologi, dan praktik manajerial yang secara simultan meningkatkan kinerja lingkungan, sosial, dan ekonomi perusahaan. Konsep ini sejalan dengan prinsip pembangunan berkelanjutan yang menekankan keseimbangan antara aspek *Triple Bottom Line*, yaitu *Profit*, *People*, dan *Planet*. Secara konseptual, sasaran utama *Green Manufacturing* adalah meminimalkan limbah produksi—baik dalam bentuk padat, cair, maupun gas—melalui optimalisasi penggunaan sumber daya, penerapan teknologi ramah lingkungan, serta perbaikan proses produksi secara sistematis dan berkelanjutan. Dengan pendekatan tersebut, perusahaan tidak hanya mampu mengurangi dampak operasional terhadap lingkungan, tetapi juga meningkatkan daya saing dan reputasi di tingkat industri maupun masyarakat (Auliya et al., 2021).

2.2.2 Environmental Waste

Menurut Wills (2020) terdapat tujuh jenis *Environmental Waste* yang berdampak pada lingkungan sekitar yaitu:

1. *Energy Waste*

Energy Waste merujuk pada penggunaan sumber daya energi atau bahan bakar yang berlebihan dan tidak efisien, sehingga berpotensi menimbulkan kerusakan lingkungan serta memberikan dampak negatif terhadap keberlanjutan ekosistem. Oleh karena itu, upaya pengelolaannya diarahkan pada pengurangan konsumsi energi secara optimal,

disertai dengan pemanfaatan sumber energi yang lebih ramah lingkungan guna meminimalkan dampak terhadap lingkungan.

2. *Water Waste*

Water Waste atau limbah air merupakan kondisi yang timbul akibat penggunaan air yang melebihi kebutuhan aktual maupun praktik pemborosan air, baik dalam keadaan terkontaminasi maupun tidak. Pembuangan air yang tercemar serta konsumsi air secara berlebihan berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan sekitar. Oleh karena itu, upaya pengelolaannya difokuskan pada pengurangan penggunaan air yang tidak efisien serta pengendalian dan pengolahan limbah air, sehingga potensi risiko terhadap lingkungan dapat diminimalkan.

3. *Material Waste*

Limbah material merupakan residu yang berasal dari bahan baku yang tidak dapat dimanfaatkan kembali maupun didaur ulang, serta berpotensi mengandung senyawa berbahaya yang dapat menimbulkan kerugian secara ekonomi dan dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mengembangkan serta memproduksi produk dengan memanfaatkan material yang dapat didaur ulang atau digunakan kembali, serta tidak bersifat toksik, guna mendukung keberlanjutan lingkungan dan efisiensi sumber daya.

4. *Garbage Waste*

Limbah ini bersumber dari berbagai barang atau material yang diperoleh melalui proses pembelian dan pada akhirnya dibuang, sehingga berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan upaya pengelolaan yang komprehensif untuk meminimalkan bahkan menghilangkan timbulan limbah, antara lain melalui pengembangan produk yang sepenuhnya dapat didaur ulang maupun penerapan sistem pembuangan limbah yang bersifat mudah terurai secara alami.

5. *Transportation Waste*

Transportation Waste merupakan pemborosan yang timbul akibat penggunaan moda transportasi secara berlebihan dan tidak efisien, sehingga meningkatkan biaya operasional serta menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Konsep ini menitikberatkan pada aspek pemilihan moda transportasi dan jarak tempuh distribusi, dibandingkan semata-mata pada emisi atau konsumsi bahan bakar. Pengurangan limbah transportasi

tidak hanya berkontribusi terhadap perbaikan kinerja lingkungan, tetapi juga memberikan manfaat ekonomi melalui peningkatan efisiensi biaya dan operasional.

6. *Emissions Waste*

Limbah emisi merujuk pada proses pembentukan dan pelepasan kontaminan ke atmosfer yang berpotensi menimbulkan pencemaran udara. Oleh karena itu, pengelolaannya diarahkan pada upaya meminimalkan tingkat polusi melalui penggunaan bahan baku dan teknologi yang lebih ramah lingkungan, sehingga dampak negatif terhadap kualitas udara dapat ditekan secara optimal.

7. *Biodiversity Waste*

Biodiversity Waste atau limbah keanekaragaman hayati muncul dalam dua bentuk utama. Pertama, berupa kerusakan langsung terhadap flora, fauna, dan berbagai organisme yang disebabkan oleh aktivitas pembangunan infrastruktur. Kedua, berasal dari eksploitasi sumber daya alam secara berlebihan, seperti praktik penebangan pohon dalam skala besar tanpa mempertimbangkan keseimbangan ekologis maupun ketentuan regulasi yang berlaku. Kondisi tersebut berpotensi mengganggu stabilitas ekosistem dan menurunkan kualitas lingkungan secara berkelanjutan.

2.2.3 *Process Activity Mapping*

Process Activity Mapping merupakan suatu pendekatan teknis yang dapat diterapkan untuk menganalisis berbagai aktivitas yang berlangsung di rantai produksi secara sistematis dan terstruktur. Konsep dasarnya berfokus pada identifikasi serta pemetaan setiap tahapan proses yang terjadi, mulai dari aktivitas transportasi, inspeksi, operasi, penyimpanan (*Storage*), hingga penundaan (*Delay*). Melalui proses pemetaan tersebut, aliran proses produksi dapat divisualisasikan secara komprehensif sehingga memudahkan dalam mengidentifikasi potensi inefisiensi maupun pemborosan yang terjadi.

Tahapan selanjutnya adalah mengklasifikasikan aktivitas-aktivitas tersebut ke dalam beberapa kategori, yaitu *value adding activities* (aktivitas bernilai tambah), *necessary non value adding activities* (aktivitas tidak bernilai tambah namun tetap diperlukan), serta *non value adding activities* (aktivitas yang tidak bernilai tambah dan tidak diperlukan). Pengelompokan ini bertujuan untuk memberikan dasar analitis dalam menentukan prioritas perbaikan proses, sehingga aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dapat diminimalkan atau dieliminasi guna meningkatkan efisiensi dan efektivitas sistem produksi secara keseluruhan. (Suparno & Susanto, 2021)

2.2.4 Environmental Stream Mapping (EVSM)

Environmental Value Stream Mapping (EVSM) merupakan suatu pendekatan sistematis yang dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi proses produksi melalui identifikasi dan eliminasi aktivitas yang tidak bernilai tambah, sehingga mampu menekan biaya operasional secara signifikan. Berbeda dengan pendekatan *Value Stream Mapping* konvensional, EVSM tidak hanya berorientasi pada aspek produktivitas dan efisiensi waktu, tetapi juga secara khusus menitikberatkan pada identifikasi, pengukuran, dan pengurangan limbah yang berdampak terhadap lingkungan. Dengan demikian, metode ini mengintegrasikan prinsip *Lean manufacturing* dengan perspektif keberlanjutan lingkungan guna menciptakan sistem produksi yang lebih efisien dan bertanggung jawab secara ekologis.

Dalam implementasinya, karakteristik dan jenis limbah yang dihasilkan dalam setiap tahapan proses produksi menjadi aspek yang sangat krusial untuk dianalisis secara mendalam. Setiap tipe limbah—baik dalam bentuk padat, cair, gas, energi, maupun bentuk lainnya—memiliki sifat, tingkat bahaya, serta konsekuensi lingkungan yang berbeda-beda, sehingga memerlukan strategi penanganan dan pengendalian yang spesifik. Oleh karena itu, pemetaan aliran nilai berbasis lingkungan melalui EVSM memungkinkan perusahaan untuk memahami secara komprehensif sumber dan dampak limbah yang dihasilkan, sekaligus merumuskan langkah perbaikan yang tepat guna meminimalkan risiko terhadap lingkungan dan mendukung praktik produksi berkelanjutan. (Maulidin et al., 2019)

2.2.5 Fishbone Diagram

Diagram sebab-akibat (*Cause and Effect Diagram*) merupakan salah satu alat analisis manajemen mutu yang disajikan dalam bentuk diagram visual untuk mengidentifikasi berbagai faktor yang berkontribusi terhadap munculnya suatu permasalahan. Diagram ini digunakan untuk memetakan hubungan kausal antara suatu akibat (masalah) dengan berbagai penyebab yang memengaruhinya secara sistematis dan terstruktur. Dengan pendekatan ini, organisasi dapat melakukan identifikasi akar penyebab (*Root Cause Analysis*) secara komprehensif, sehingga proses pengambilan keputusan dalam upaya perbaikan menjadi lebih tepat dan berbasis data. Tujuan utama penggunaan alat ini adalah untuk mencegah terjadinya cacat produk, meningkatkan kualitas proses, serta mendukung perbaikan berkelanjutan dalam sistem produksi maupun manajemen.

Secara terminologis, diagram sebab-akibat dikenal dengan sebutan *Fishbone Diagram* atau diagram “tulang ikan” karena bentuk visualnya menyerupai kerangka tulang ikan. Selain

itu, diagram ini juga disebut sebagai Diagram Ishikawa (*Ishikawa's Diagram*), merujuk pada tokoh yang pertama kali memperkenalkannya, yaitu Prof. Kaoru Ishikawa dari Universitas Tokyo pada tahun 1953. Sejak diperkenalkan, metode ini telah menjadi salah satu perangkat penting dalam pengendalian kualitas (*Quality Control*) dan manajemen mutu terpadu (*Total Quality Management*), karena kemampuannya dalam menguraikan permasalahan kompleks ke dalam kategori-kategori penyebab yang lebih spesifik dan terstruktur (Pratiwi, 2020).

2.2.6 Konsep 5W+1H

Metode 5W+1H merupakan suatu pendekatan analitis yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menentukan bentuk pemborosan atau permasalahan secara sistematis dan komprehensif. Pendekatan ini berlandaskan pada enam pertanyaan mendasar, yaitu *What* (apa), *Where* (di mana), *When* (kapan), *Who* (siapa), *Why* (mengapa), dan *How* (bagaimana), yang berfungsi sebagai kerangka berpikir dalam menganalisis suatu permasalahan. Unsur *What* digunakan untuk menjelaskan secara spesifik jenis masalah atau pemborosan yang akan diteliti. *Where* berfungsi untuk mengidentifikasi lokasi atau area terjadinya permasalahan, sedangkan *When* digunakan untuk menentukan waktu atau kondisi saat masalah tersebut muncul. Sementara itu, *Who* mengidentifikasi pihak-pihak yang terlibat atau terdampak, *Why* mengkaji alasan atau faktor penyebab terjadinya masalah, dan *How* menjelaskan mekanisme atau proses timbulnya permasalahan tersebut.

Melalui penerapan metode 5W+1H, proses identifikasi masalah menjadi lebih terstruktur, mendalam, dan berbasis fakta. Pendekatan ini memungkinkan peneliti maupun praktisi untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai karakteristik permasalahan, sehingga mempermudah dalam menemukan akar penyebab (*root cause*) dan merumuskan alternatif solusi yang tepat sasaran. Dengan demikian, metode 5W+1H tidak hanya berperan sebagai alat klarifikasi masalah, tetapi juga sebagai dasar dalam pengambilan keputusan yang rasional dan efektif guna meningkatkan efisiensi serta kualitas kinerja suatu sistem atau organisasi (Kawarizmi & Suseno, 2024).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di IKM Batik Sungsang yang terletak Karangkulon 05, Karang Kulon, Wukirsari, Kec. Imogiri, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Batik tulis Sungsang merupakan sebuah IKM yang memproduksi batik tulis. Pada penelitian ini difokuskan pada proses produksi produk batik tulis dengan motif wahyu tumurun dengan mengidentifikasi *Environmental Waste* dalam konsep *Green Manufacturing*.

3.2 Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah para pekerja/anggota dan pemilik IKM Sungsang yang terlibat langsung dalam proses produksi batik tulis motif Wahyu Temurun. Subjek yang dipilih adalah yang berhubungan langsung dengan proses pembuatan batik tulis guna mengetahui alur proses dan menganalisis terkait *green manufacture*.

3.3 Jenis Data

Pada penelitian ini jenis data yang digunakan adalah:

1. Data Primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan secara langsung oleh peneliti itu sendiri melalui berbagai metode seperti observasi dan wawancara yang diperoleh dari objek penelitian ini yaitu IKM Sungsang. Dalam penelitian ini data primer yang dikumpulkan diantaranya yaitu alur proses produksi, aktivitas produksi, alur produksi, serta proses kegiatan produksi penggunaan sumber daya seperti bahan bakar, air, dan sebagainya, beserta deskripsi setiap prosesnya

2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari studi literatur berkaitan dengan permasalahan yang diangkat pada penelitian ini. Data historis produksi juga merupakan data sekunder yang diperlukan dalam penelitian ini.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini diperoleh dengan cara sebagai berikut :

1. Observasi

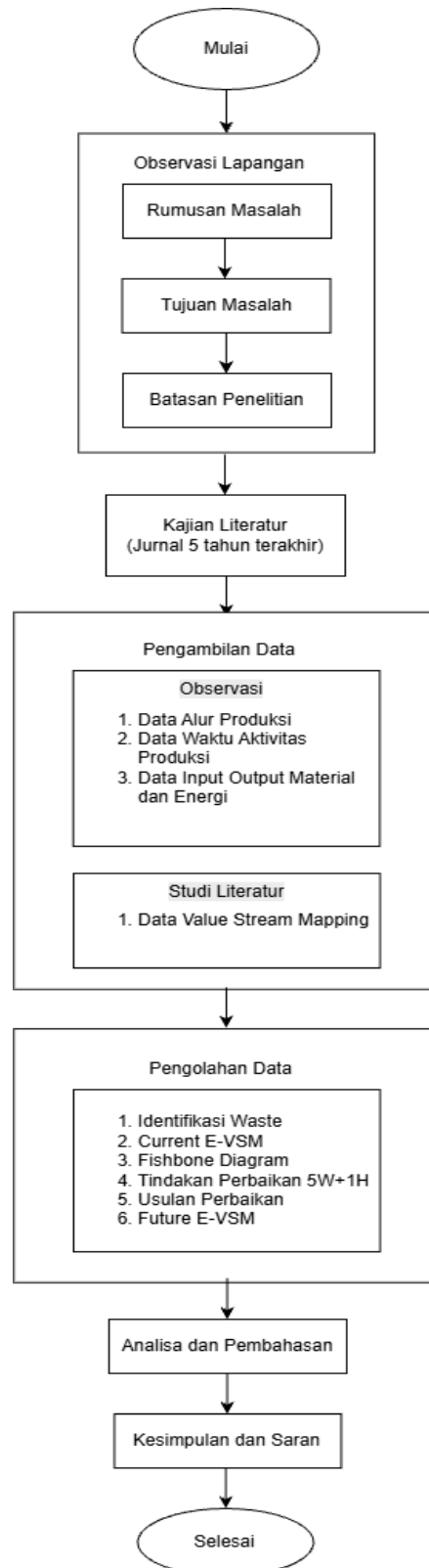
Pengumpulan data dalam metode ini yaitu dengan pengamatan langsung ke lapangan. Seperti data alur proses produksi bagaimana proses itu dari awal hingga akhir proses menjadi produk data ini digunakan untuk *enviromental Value Stream Mapping*, waktu yang dibutuhkan untuk membuat suatu produk.

2. Studi Literatur

Studi literatur bertujuan sebagai penunjang untuk membantu peneliti dalam mendapatkan informasi mengenai berbagai teori dan data yang berhubungan dengan topik penelitian. Studi literatur dapat diperoleh dari buku, penelitian ilmiah, *Paper*, maupun jurnal

3.5 Alur Penelitian

Berikut merupakan alur penelitian yang dilakukan sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Berikut merupakan penjelasan dari alur penelitian di atas adalah sebagai berikut:

1. Mulai

Proses penelitian dimulai dengan menentukan topik serta arah penelitian yang akan dilakukan

2. Observasi Lapangan

Tahap ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran nyata di lapangan terkait kondisi, proses, maupun masalah yang dihadapi dalam kegiatan produksi.

- a. Rumusan Masalah → Menyusun permasalahan utama yang ditemukan dari hasil observasi.
- b. Tujuan Masalah → Menentukan tujuan spesifik yang ingin dicapai dari penelitian, misalnya perbaikan tata letak atau efisiensi proses.
- c. Batasan Penelitian → Menentukan lingkup penelitian agar fokus dan tidak melebar.

3. Kajian Literatur

Kajian literatur merupakan penelitian sebelumnya tentang topik yang sedang dipelajari yang disebut kajian literatur.

4. Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, proses pengumpulan data dilakukan dengan tiga metode yaitu observasi, wawancara, dan kajian literatur. Data yang dibutuhkan berupa data alur proses produksi, data waktu aktivitas produksi, data input output material dan energi yang digunakan dan data penggunaan material, air, dan sebagainya yang berhubungan dengan proses produksi.

5. Pengolahan Data

Setelah pengecekan data selesai, Langkah berikutnya adalah melakukan pengolahan data. Berikut merupakan alur proses pengolahan data:

- a. Mengidentifikasi *Waste*

Melakukan pengelompokan terhadap aktivitas-aktivitas yang termasuk *Environmental Waste* pada proses produksi batik tulis wahyu tumurun di IKM Sungsang, kemudian mengelompok-kelompokan *Environmental Waste* lebih detail pada tiap tiap tahap pada proses produksi batik tulis.

b. *Current Environmental Value Stream Mapping*

Pada tahap ini dilakukan untuk mengetahui alur material dan informasi yang ada di IKM Batik Tulis Sungsang yang berfokus pada aspek lingkungan, dengan menganalisa seluruh aliran proses produksi. Dalam pembuatan *Current State Environmental Value Stream Mapping* diperlukan data antara lain produk yang dihasilkan, jumlah operator, alur proses produksi, aktivitas setiap proses, waktu proses per aktivitas yang dilakukan, waktu transportasi, penggunaan energi, air, listrik yang berhubungan dengan proses produksi.

c. *Fishbone Diagram*

Pada tahap ini *Tools Fishbone Diagram* digunakan guna untuk mengetahui akar permasalahan, sehingga peneliti dapat mudah untuk memberikan usulan yang diberikan berdasarkan permasalahan yang terjadi..

d. Rencana Tindakan Perbaikan 5W1H

Peneliti mengidentifikasi masalah dan merancang perbaikan menggunakan metode 5W1H (apa, mengapa, dimana, kapan, siapa, dan bagaimana) berdasarkan masalah yang telah diidentifikasi sebelumnya melalui *Fishbone Diagram*..

e. Usulan Perbaikan

Usulan perbaikan diberikan untuk menjaga keberlanjutan lingkungan selama proses produksi batik tulis wahyu tumurun di IKM Sungsang.

f. *Future Environmental Value Stream Mapping*

Usulan perbaikan berdasarkan akar permasalahan *Fishbone Diagram* divisualisasikan pada Desain *Future State Environmental Value Stream Mapping* sehingga dapat diketahui perbedaan sebelum dilakukannya perbaikan pada *Current State Environmental Value Stream* dan setelah dilakukannya perbaikan pada *Future State Environmental Value Stream*

6. Analisis Pembahasan

Pada tahap ini, peneliti melakukan analisis dan pembahasan berdasarkan pengolahan data yang sudah dilakukan sebelumnya serta membahas hasil yang ditimbulkan dari perbaikan yang dilakukan Kesimpulan dan Saran.

7. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap kesimpulan, peneliti menjelaskan tujuan penelitian berdasarkan diskusi penelitian sebelumnya. IKM Batik Sungsang dan peneliti lain akan mempertimbangkan saran terbaik untuk memperbaiki masalah yang ada.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

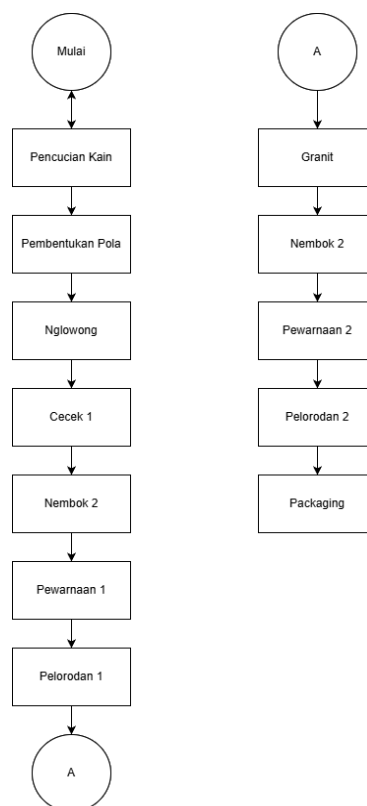
4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Profil IKM

Batik Sungsang adalah perusahaan yang bergerak dalam industri batik. Batik Sungsang memproduksi dan menjual batik dengan konsep yang modern dan target pasarnya adalah kalangan menengah keatas. Perusahaan ini didirikan di Yogyakarta tahun 2002 di Dusun Karangkulon, dengan alamat lengkap di Karangkulon 05, Karang Kulon, Wukirsari, Kec. Imogiri, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Batik yang dibuat menggunakan sistem *Pre-order* dan dapat *Make to Stock* dan dapat dipesan melalui market place yang beredar dikalangan masyarakat. Batik Sungsang memperkerjakan karyawan dari daerah sekitar perusahaan dan sebagian besar karyawan adalah masyarakat setempat.

4.1.2 Proses Produksi

Berikut merupakan alur proses produksi batik tulis di IKM Batik Sungsang :



Gambar 4. 1 Proses Produksi

1. Pencucian Kain

Pada awalnya, proses batik tulis dimulai dengan mencuci kain mori menggunakan air yang bersih agar kain tersebut menjadi lebih bersih sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya.

2. Pembuatan Pola

Mengatur posisi pola pada kain (mola kain) merupakan tahap pertama dalam proses pembuatan kain batik. Tujuan dari mengatur posisi pola pada kain adalah agar hasil pencantingan pola sesuai dengan desain motif kain batik yang diinginkan tanpa pola menjadi berantakan. Proses penataan pola pada kain bertujuan memastikan proses pencantingan berjalan dengan tepat sehingga pola yang tercetak pada kain batik sesuai dengan desain yang diharapkan.

3. Nglowong

Salah satu proses dalam pembuatan batik tulis yaitu nglowong. Nglowong sendiri dilakukan menggunakan malam sebagai bahan dasarnya, serta canting yang digunakan sebagai alat tulisnya. Nglowong sendiri disesuaikan dengan pembentukan pola yang telah dibuat menggunakan pensil.

4. Cecek 1

Nembok 1 merupakan proses melakukan pengeblokan dengan lilin malam pada pola yang sudah ditentukan agar pewarna tidak meresap pada kain yang sudah ditebok.

5. Nembok 1

Tujuan utama nembok adalah untuk melapisi bagian kain yang tidak ingin diwarnai dengan lilin (malam). Lilin yang digunakan untuk nembok bersifat tahan terhadap pewarna, sehingga bagian yang tertutup lilin akan tetap berwarna putih atau tidak terpengaruh oleh warna yang diaplikasikan pada proses pewarnaan berikutnya. Proses ini memungkinkan pembuat batik untuk menciptakan pola dan desain yang lebih kompleks, dengan lapisan warna yang terpisah di setiap area.

6. Pewarnaan 1

Pewarnaan awal kain batik dilakukan dengan merendam kain dalam air biasa, kemudian secara bergantian dimasukkan ke dalam larutan Naphthol yang panas dan larutan garam Naphthol yang dingin, masing-masing dalam wadah terpisah. Proses tersebut diulang tiga kali, menggunakan sarung tangan, tiga wadah rendaman, serta jemuran untuk mengeringkan kain.

7. Pelorodan 1

Pelorodan pertama adalah langkah merebus kain yang sudah diwarnai. Tujuannya adalah untuk menghilangkan lilin atau malam yang masih melekat pada kain agar motifnya terlihat jelas. Proses ini dilakukan dengan mencelupkan kain ke dalam wadah berisi air mendidih berulang kali sampai lilin atau malam benar-benar hilang. Setelah itu, kain dicuci sampai bersih, lalu dijemur. Alat dan bahan yang digunakan adalah air bersih, kayu bakar, wadah, dua batang bambu atau kayu, ember, dan jemuran.

8. Granit

Granit merupakan proses membatik ulang pada garis klowong atau motif utama dengan cara memberi isen titik-titik. Granit dilakukan setelah proses pembatikan, pewarnaan, dan pelorodan pertama..

9. Nembok 2

Nembok 2 dilakukan untuk mengulangi pengeblokan pada kain batik agar saat dilakukan pewarnaan kedua hasilnya maksimal dan warna tidak meresap pada bagian yang ditembok.

10. Pewarnaan 2

Pewarnaan kedua dilakukan agar pola batik memiliki warna sesuai dengan keinginan konsumen atau desain yang dipilih. Prosesnya sama seperti pewarnaan pertama, yaitu dengan cara celup, hanya saja menggunakan jenis bahan pewarna yang berbeda. Alat yang digunakan meliputi tiga wadah untuk rendaman, sarung tangan, serta gawangan atau jemuran untuk mengeringkan kain.

11. Pelorodan 2

Pelorodan adalah cara mengeringkan kain yang sudah diwarnai. Proses ini biasanya dilakukan setelah pewarnaan pertama untuk menghilangkan lilin atau malam yang ada di kain, sehingga pola yang tertutup oleh blok bisa terlihat jelas. Alat dan bahan yang digunakan antara lain air yang bersih, kayu bakar, bejana, dua batang bambu atau kayu, ember, dan tempat pengeringan.

12. Packing

Packing merupakan tahap terakhir pada proses pembuatan batik tulis, yaitu memasukan kain batik yang sudah selesai dalam proses membatik kedalam kemasan yang bertujuan untuk pengiriman ke konsumen maupun untuk penyimpanan.

4.1.3 Aktivitas Produksi

Berdasarkan dari proses produksi diatas maka dijabarkan menjadi aktivitas- aktivitas per-proses produksi sebagai berikut:

a. Data Aktivitas Proses Produksi

Tabel 4. 1 Aktivitas Proses Produksi

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas
1	Pencucian kain	Persiapan ember dan detergen	A1
		Mengisi air bersih ke dalam ember	A2
		Mengambil kain mori	A3
		Mencuci kain	A4
		Membawa kain ke tempat jemuran	A5
		Menjemur kain	A6
		Membawa kain ke tempat pemolaan	A7
2	Pembentukan Pola	Mempersiapkan alat	B1
		Mengambil pola kain	B2
		Meletakkan pola kain pada meja pemolaan	B3
		Mengambil kain polos	B4
		Mengukur kain polos	B5
		Memposisikan pola kain di meja pemolaan	B6
		Memposisikan kain polos diatas pola kain	B7
		Menggambar pola kain	B8
		Memeriksa hasil polaan kain	B9
		Meletakkan kain pada <i>Inventory</i>	B10
3	Nglowong	Persiapan alat dan bahan	C1
		Menyalakan kayu bakar	C2
		Memanaskan lilin hingga cair	C3
		Membawa kain ke tempat	C4

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas
4	Cecek	pemolaan	
		Meletakkan mori pada gawangan yang telah terdapat plastik jiplakan	C5
		Melakukan pemolaan	C6
		menambah dan mengurangi kayu bakar	C7
		Membawa kain ke tempat penyimpanan	C8
		Menyiapkan alat dan bahan	D1
		Memanaskan lilin hingga cair	D2
		Mengambil kain yang telah dipola	D3
		Meletakkan kain pada gawangan	D4
		Melakukan proses cecek	D5
		Membawa ke Penyimpanan	D6
5	Nembok ke-1	Menyiapkan alat dan bahan	E1
		Memanaskan lilin hingga cair	E2
		Mengambil kain yang telah dicecek	E3
		Meletakkan pada gawangan	E4
		Menutup motif yang dikehendaki (nembok)	E5
		Melipat kain	E6
		Membawa ke penyimpanan	E7
6	Pewarnaan ke-1	Membawa kain ke tempat perendaman	F1
		Mengisi air bersih ke dalam Bejana	F2
		Perendaman dengan air biasa	F3
		Ditiriskan	F4
		Mengambil panci	F5

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas
		Mengisi panci dengan air	F6
		Memanaskan air untuk larutan Naphthol	F7
		Mengambil bahan Naphthol dan garam	F8
		Meramu bahan Naphthol dan Garam	F9
		Membawa panci ke Bejana	F10
		Menambahkan air hangat untuk Bejana larutan Naphthol	F11
		Mengisi Bejana kedua dengan air	F12
		Memasukan ramuan garam dan naphthol	F13
		Memakai sarung tangan	F14
		Meratakan campuran	F15
		Membawa kain ke Bejana larutan Naphthol	F16
		Merendam kain ke dalam larutan Naphthol	F17
		Meniriskan kain	F18
		Memindahkan ke Bejana garam naphthol	F19
		Merendam kain ke dalam larutan garam naphthol	F20
		Meniriskan kain	F21
		Melepaskan sarung tangan	F22
		Memindahkan ke dalam bak air bersih	F23
		Membilas kain	F24
		Meniriskan kain	F25

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas
		Memakai sarung tangan kembali	F26
		Penambahan cairan	F27
		Memindahkan ke Bejana larutan naphthol	F28
		Merendam kain ke dalam larutan naphthol kedua	F29
		Meniriskan kain	F30
		Memindahkan ke dalam garam naphthol kedua	F31
		Merendam kain ke dalam larutan garam naphthol kedua	F32
		Meniriskan kain	F33
		Melepas sarung tangan	F34
		Memindahkan ke dalam bak air bersih	F35
		Membilas kain	F36
		Meniriskan kain	F37
		Penambahan cairan	F38
		Memakai sarung tangan kembali	F39
		Memindahkan ke Bejana larutan Naphthol	F40
		Merendam kain ke dalam larutan naphthol ketiga	F41
		Meniriskan kain	F42
		Memindahkan ke dalam garam naphthol	F43
		Merendam kain ke dalam larutan garam naphthol ketiga	F44
		Meniriskan kain	F45
		Melepas sarung tangan	F46

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas
7	Pelodoran ke-1	Memindahkan ke dalam bak air bersih	F47
		Membilas kain	F48
		Meniriskan kain	F49
		Memindahkan kejemuran	F50
		Penjemuran	F51
		Membawa panci berukuran besar di atas perapian	G1
		Mengisi panci dengan air	G2
		Mengambil korek dalam saku	G3
		Menghidupkan kayu dengan korek gas	G4
		Meletakan korek gas	G5
		Menutup panci	G6
		Memanaskan air hingga mendidih	G7
		Mengambil kain dari jemuran	G8
		Membuka panci	G9
		Meletakan tutup panci kesamping	G10
		Merendam dan mengangkat kain menggunakan tongkat	G11
		Membawa kain ke tempat pembilasan	G12
		Membilas kain	G13
		Membawa kembali ke tempat perebusan	G14
		Merendam dan mengangkat kain menggunakan tongkat kembali	G15
		Membawa kain ke tempat pembilasan	G16

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas
8	Granit	Membilas kain	G17
		Mencuci bersih kain	G18
		Membawa kain pada jemuran	G19
		Menjemur kain	G20
		Mengangkat	G21
		Melipat kain	G22
		Membawa ke tempat proses granit	G23
		Menyiapkan alat dan bahan	H1
		Memanaskan lilin hingga cair	H2
		Mengambil kain yang telah diwarnai dasar	H3
		Meletakan pada gawangan	H4
		Melakukan proses granit	H5
		Melipat kain	H6
		Membawa ke tempat penyimpanan	H7
9	Nembok ke-2	Menyiapkan alat dan bahan	I1
		Memanaskan lilin hingga cair	I2
		Mengambil kain yang telah di blok	I3
		Meletakan kain dengan posisi sisi lainnya pada gawangan	I4
		Menutup motif yang dikehendaki (nembok)	I5
		Melipat kain	I6
		Membawa kain ke tempat pewarnaan kedua	I7
		Membawa kain ke tempat perendaman	J1
10	Pewarnaan ke-2	Mengisi air bersih ke dalam Bejana	J2
		Perendaman dengan air biasa	J3

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas
		Ditiriskan	J4
		Mengambil panci	J5
		Mengisi panci dengan air	J6
		Memanaskan air untuk larutan Naphthol	J7
		Mengambil bahan Naphthol dan garam	J8
		Meramu bahan Naphthol dan Garam	J9
		Membawa panci ke Bejana	J10
		Menambahkan air hangat untuk Bejana larutan Naphthol	J11
		Mengisi Bejana kedua dengan air	J12
		Memasukan ramuan garam dan naphthol	J13
		Memakai sarung tangan	J14
		Meratakan campuran	J15
		Membawa kain ke Bejana larutan Naphthol	J16
		Merendam kain ke dalam larutan Naphthol	J17
		Meniriskan kain	J18
		Memindahkan ke Bejana garam naphthol	J19
		Merendam kain ke dalam larutan garam naphthol	J20
		Meniriskan kain	J21
		Melepaskan sarung tangan	J22
		Memindahkan ke dalam bak air	J23

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas
		bersih	
		Membilas kain	J24
		Meniriskan kain	J25
		Memakai sarung tangan kembali	J26
		Penambahan cairan	J27
		Memindahkan ke Bejana larutan naphthol	J28
		Merendam kain ke dalam larutan naphthol kedua	J29
		Meniriskan kain	J30
		Memindahkan ke dalam garam naphthol kedua	J31
		Merendam kain ke dalam larutan garam naphthol kedua	J32
		Meniriskan kain	J33
		Melepas sarung tangan	J34
		Memindahkan ke dalam bak air bersih	J35
		Membilas kain	J36
		Meniriskan kain	J37
		Penambahan cairan	38
		Memakai sarung tangan kembali	J39
		Memindahkan ke Bejana larutan Naphthol	J40
		Merendam kain ke dalam larutan naphthol ketiga	J41
		Meniriskan kain	J42
		Memindahkan ke dalam garam	J43

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas
11	Pelorodan ke-2	naphol	
		Merendam kain ke dalam larutan	
		garam naphol ketiga	J44
		Meniriskan kain	J45
		Melepas sarung tangan	J46
		Memindahkan ke dalam bak air	
		bersih	J47
		Membilas kain	J48
		Meniriskan kain	J49
		Memindahkan kejemuran	J50
		Penjemuran	J51
		Membawa panci berukuran besar	
		di atas perapian	K1
		Mengisi panci dengan air	K2
		Mengambil korek dalam saku	K3
		Menghidupkan kayu dengan korek	
		gas	K4
		Meletakkan korek gas	K5
		Menutup panci	K6
		Memanaskan air hingga mendidih	K7
		Mengambil kain dari jemuran	K8
		Membuka panci	K9
		Meletakkan tutup panci kesamping	K10
		Merendam dan mengangkat kain	
		menggunakan tongkat	K11
		Membawa kain ke tempat	
		pembilasan	K12

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas
12	Packaging	Membilas kain	K13
		Membawa kembali ke tempat perebusan	K14
		Merendam dan mengangkat kain menggunakan tongkat kembali	K15
		Membawa kain ke tempat pembilasan	K16
		Membilas kain	K17
		Mencuci bersih kain	K18
		Membawa kain pada jemuran	K19
		Menjemur kain	K20
		Membawa kain ke penyimpanan	K21
		Mengambil kain dari penyimpanan	L1
		Melipat kain dan merapikan kain	L2
		Memberi stiker IKM Batik	L3
		Sungsang	L3
		Memasukan pada kemasan	L4
		Membawa ke penyimpanan	L5

b. Data jumlah karyawan

Dalam proses produksi di Batik Sungsang dibantu oleh beberapa karyawan. Berikut merupakan data karyawan yang bekerja pada produksi batik:

Tabel 4. 2 Data Jumlah Karyawan

No	Proses	Jumlah Karyawan
1	Pencucian Kain	1
2	Pembentukan Pola	1
3	Nglowong	1
4	Cecek Pertama	1
5	Nembok Pertama	1

No	Proses	Jumlah Karyawan
6	Pewarnaan Pertama	1
7	Pelorodan Pertama	1
8	Granit	1
9	Nembok Kedua	1
10	Pewarnaan Kedua	1
11	Pelorodan Kedua	1
12	Packaging	1

Hanya dua pekerja yang digunakan dalam produksi motif batik wahyu tumurun karena pelanggan hanya membeli satu batik ketika peneliti melakukan penyelidikan. Jam kerja IKM Sungsang adalah pukul 09.00 - 16.00 WIB setiap hari Senin sampai dengan Minggu.

4.1.4 Metode Perhitungan Emisi dari Produksi dan Konsumsi Energi

1. Menurut IPCC atau singkatan dari *Intergovernmental Panel on Climate Change*, yang bertugas untuk menilai ilmu pengetahuan terkait perubahan iklim yang disebabkan oleh aktivitas manusia emisi dapat dihitung dengan rumus berikut (Bappenas, 2014):

$$Emisi = EC.EF \quad (4.1)$$

Diketahui:

EC = Konsumsi Energi

EF = Faktor Emisi atas tipe bahan bakar yang digunakan jenis tertentu

2. Faktor emisi yang digunakan dalam hal ini telah disesuaikan faktor emisi lokal Indonesia dijelaskan dalam Tabel masing-masing adalah Bahan bakar rumah tangga, transportasi, faktor emisi Sistem jaringan listrik dan faktor emisi di seluruh Indonesia Emisi dari sektor industri.

Tabel 4. 3 Faktor Emisi Berdasarkan Jenis Bahan Bakar

Jenis Bahan Bakar	Faktor Emisi
Kayu Bakar	1,75 kg CO₂/kg kayu bakar
Liquefied Petroleum Gas (LPG)	2,98 kg CO₂/kg LPG
Minyak Tanah	2,58 kg CO₂/Liter minyak tanah

Sumber : (Bappenas, 2014)

Tabel 4. 4 Faktor Emisi Berdasarkan Jenis Bahan Bakar

Jenis Bahan Bakar	Faktor Emisi (CO₂/Liter BBM)
Solar (<i>diesel oil</i>)	2,2
Premium (<i>fuel oil</i>)	2,6

Sumber : (Bappenas, 2014)

Tabel 4. 5 Kesetaraan Kayu Bakar Dengan Jenis Bahan Bakar Lainnya

Aplikasi	1 kg kayu bakar setara dengan
	0,46 kg LPG
1 kg kayu bakar	0,62 Liter Minyak Tanah
	0,52 Liter Solar

Sumber : (Samnur & Irfan, 2011)

Tabel 4. 6 Faktor Emisi Jaringan Ketenagalistrikan

Sistem Ketenagalistrikan	Baseline Faktor Emisi (Kg CO₂/kWh)
Jawa-Madura-Bali	0,725
Sumatera	0,743
Kalimantan Timur	0,742
Kalimantan Barat	0,775
Kalteng dan Kalsel	1,273
Sulut, Sulteng, Gorontalo	0,161
Sulsel, Sulbar, Sultra	0,269

Sumber : (Bappenas, 2014)

4.1.5 Penggunaan Sumber Daya Tiap Aktivitas

Berikut adalah table penggunaan sumber daya tiap aktivitas pada proses pembuatan batik tulis.

Tabel 4. 7 Penggunaan Sumber Daya Tiap Aktivitas

Pencucian Kain	Pembentukan Pola	Nglowong	Cecek	Nembok 1	Pewarnaan 1	Pelorodan 1	Granit	Nembok 2	Pewarnaan 2	Pelorodan 2	Packing
Air 30 liter	Kain Mori	Minyak Tanah 500 ml	Minyak Tanah 360 ml	Minyak Tanah 110 ml	Air 7 liter	Air 15 liter	Minyak Tanah 260 ml	Minyak Tanah 100 ml	Air 6 liter	Air 15 liter	Plastik 1 pcs
		570 gram Lilin Malam	280 gram Lilin Malam	70 gram Lilin Malam	30 gram Remasol	Kayu 7 kg	300 gram Lilin Malam	60 gram Lilin Malam	20 gram Remasol	Kayu 9 kg	

Berdasarkan Tabel 4.7, setiap tahapan proses produksi batik tulis motif Wahyu Tumurun memiliki karakteristik penggunaan sumber daya yang berbeda-beda sesuai dengan aktivitas yang dilakukan. Sumber daya yang digunakan meliputi bahan baku, air, energi, serta bahan pendukung yang diperlukan selama proses produksi. Perbedaan kebutuhan sumber daya tersebut menunjukkan bahwa setiap aktivitas memiliki kontribusi yang berbeda terhadap potensi terjadinya *environmental waste*.

Pada tahap persiapan, pembuatan pola, pencantingan, dan pewarnaan, penggunaan sumber daya masih didominasi oleh kain mori, malam (lilin batik), zat pewarna, serta peralatan produksi. Aktivitas-aktivitas tersebut relatif tidak memerlukan konsumsi air dalam jumlah besar, namun tetap menghasilkan penggunaan material yang harus dikelola secara efisien agar tidak menimbulkan pemborosan.

Penggunaan sumber daya yang paling besar terlihat pada proses pencucian kain, karena aktivitas ini membutuhkan air sebagai media utama untuk menghilangkan sisa zat pewarna maupun kotoran pada kain. Tingginya konsumsi air pada proses tersebut menyebabkan potensi terjadinya Water Waste, terutama ketika pengisian bak pencucian tidak dikendalikan sehingga air meluap akibat keterlambatan penutupan kran. Kondisi tersebut mengakibatkan sebagian air terbuang tanpa memberikan nilai tambah terhadap proses produksi.

Selain penggunaan air, konsumsi energi juga menjadi perhatian pada proses pelorodan. Aktivitas ini menggunakan kayu bakar sebagai sumber panas untuk melepaskan lapisan malam dari kain batik. Penggunaan kayu bakar menghasilkan energi panas yang dibutuhkan selama proses pelorodan, namun di sisi lain juga menghasilkan asap dan emisi hasil pembakaran yang berpotensi menimbulkan Emission Waste apabila tidak dilakukan pengendalian emisi.

Berdasarkan penggunaan sumber daya pada setiap aktivitas tersebut, dapat disimpulkan bahwa proses pencucian dan pelorodan merupakan tahapan produksi yang memiliki potensi dampak lingkungan paling besar dibandingkan aktivitas lainnya. Oleh karena itu, kedua proses tersebut menjadi fokus utama dalam analisis *Environmental Value Stream Mapping (EVSM)* untuk mengidentifikasi bentuk *environmental waste* serta menyusun usulan perbaikan yang bertujuan meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dan mendukung penerapan konsep *Green Manufacturing*.

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Identifikasi *Waste*

Berikut adalah identifikasi *waste* pada proses pembuatan batik tulis

Tabel 4. 8 Indetifikasi *Waste*

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas	Klasifikasi <i>Waste</i>						
				<i>Energy</i>	<i>Water</i>	<i>Material</i>	<i>Garbage</i>	<i>Transportation</i>	<i>Emissions</i>	<i>Biodiversity</i>
1	Pencucian kain	Persiapan ember dan detergen	A1							
		Mengisi air bersih ke dalam ember	A2		✓					
		Mengambil kain mori	A3							
		Mencuci kain	A4							
		Membawa kain ke tempat jemuran	A5							
		Menjemur kain	A6							

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas	Klasifikasi <i>Waste</i>						
				<i>Energy</i>	<i>Water</i>	<i>Material</i>	<i>Garbage</i>	<i>Transportation</i>	<i>Emissions</i>	<i>Biodiversity</i>
2	Pembentukan Pola	Membawa kain ke tempat pemolaan	A7							
		Mempersiapkan alat	B1							
		Mengambil pola kain	B2							
		Meletakkan pola kain pada meja pemolaan	B3							
		Mengambil kain polos	B4							
		Mengukur kain polos	B5							
		Memposisikan pola kain di meja pemolaan	B6							
	Memposisikan kain polos diatas pola kain	B7								

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas	Klasifikasi <i>Waste</i>						
				<i>Energy</i>	<i>Water</i>	<i>Material</i>	<i>Garbage</i>	<i>Transportation</i>	<i>Emissions</i>	<i>Biodiversity</i>
3	Nglowong	Menggambar pola kain	B8							
		Memeriksa hasil polaan kain	B9							
		Meletakkan kain pada <i>Inventory</i>	B10							
		Persiapan alat dan bahan	C1							
		Menyalakan kayu bakar	C2	✓						
		Memanaskan lilin hingga cair	C3	✓					✓	
		Membawa kain ke tempat pemolaan	C4							
		Meletakan mori pada gawangan yang telah	C5							

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas	Klasifikasi <i>Waste</i>						
				<i>Energy</i>	<i>Water</i>	<i>Material</i>	<i>Garbage</i>	<i>Transportation</i>	<i>Emissions</i>	<i>Biodiversity</i>
4	Cecek	terdapat plastik jiplakan								
		Melakukan pemolaan	C6	✓					✓	
		Menambah dan mengurangi kayu	C7							
		bakar								
		Membawa kain ke tempat penyimpanan	C8							
		Menyiapkan alat dan bahan	D1							
		Memanaskan lilin hingga cair	D2	✓					✓	
		Mengambil kain yang telah dipola	D3							
		Meletakkan kain pada gawangan	D4							

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas	Klasifikasi <i>Waste</i>					
				<i>Energy</i>	<i>Water</i>	<i>Material</i>	<i>Garbage</i>	<i>Transportation</i>	<i>Emissions</i> <i>Biodiversity</i>
5	Nembok ke-1	Melakukan proses cecek	D5	✓					✓
		Membawa ke Penyimpanan	D6						
		Menyiapkan alat dan bahan	E1						
		Memanaskan lilin hingga cair	E2	✓					✓
		Mengambil kain yang telah dicecek	E3						
		Meletakan pada gawangan	E4						
		Menutup motif yang dikehendaki (nembok)	E5	✓					✓
		Melipat kain	E6						
		Membawa ke	E7						

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas	Klasifikasi <i>Waste</i>						
				<i>Energy</i>	<i>Water</i>	<i>Material</i>	<i>Garbage</i>	<i>Transportation</i>	<i>Emissions</i>	<i>Biodiversity</i>
6	Pewarnaan ke-1	penyimpanan								
		Penirisan	E8							
		Membawa kain ke tempat perendaman	F1							
		Mengisi air bersih ke dalam Bejana	F2		✓					
		Perendaman dengan air biasa	F3							
		Ditiriskan	F4							
		Mengambil panci	F5							
		Mengisi panci dengan air	F6		✓					
		Memanaskan air untuk larutan Napthol	F7	✓					✓	
		Mengambil bahan Napthol dan garam	F8							

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas	Klasifikasi <i>Waste</i>						
				<i>Energy</i>	<i>Water</i>	<i>Material</i>	<i>Garbage</i>	<i>Transportation</i>	<i>Emissions</i>	<i>Biodiversity</i>
		Meramu bahan Naphthol dan Garam	F9							
		Membawa panci ke Bejana	F10							
		Menambahkan air hangat untuk Bejana	F11							
		larutan Naphthol Mengisi Bejana kedua	F12							
		dengan air Memasukan ramuan	F13							
		garam dan naphthol Memakai sarung	F14							
		tangan Meratakan campuran	F15							
		Membawa kain ke Bejana larutan	F16							

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas	Klasifikasi <i>Waste</i>						
				<i>Energy</i>	<i>Water</i>	<i>Material</i>	<i>Garbage</i>	<i>Transportation</i>	<i>Emissions</i>	<i>Biodiversity</i>
		Napthol								
		Merendam kain ke dalam larutan Napthol	F17							
		Meniriskan kain	F18							
		Memindahkan ke Bejana garam napthol	F19							
		Merendam kain ke dalam larutan garam napthol	F20							
		Meniriskan kain	F21							
		Melepaskan sarung tangan	F22							
		Memindahkan ke dalam bak air bersih	F23							
		Membilas kain	F24		✓					
		Meniriskan kain	F25							

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas	Klasifikasi <i>Waste</i>						
				<i>Energy</i>	<i>Water</i>	<i>Material</i>	<i>Garbage</i>	<i>Transportation</i>	<i>Emissions</i>	<i>Biodiversity</i>
		Memakai sarung tangan kembali	F26							
		Penambahan cairan	F27							
		Memindahkan ke Bejana larutan naphthol	F28							
		Merendam kain ke dalam larutan naphthol kedua	F29							
		Meniriskan kain	F30							
		Memindahkan ke dalam garam naphthol kedua	F31							
		Merendam kain ke dalam larutan garam naphthol kedua	F32							
		Meniriskan kain	F33							

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas	Klasifikasi <i>Waste</i>						
				<i>Energy</i>	<i>Water</i>	<i>Material</i>	<i>Garbage</i>	<i>Transportation</i>	<i>Emissions</i>	<i>Biodiversity</i>
		Melepas sarung tangan	F34							
		Memindahkan ke dalam bak air bersih	F35							
		Membilas kain	F36		✓					
		Meniriskan kain	F37							
		Penambahan cairan	F38							
		Memakai sarung tangan kembali	F39							
		Memindahkan ke Bejana larutan Napthol	F40							
		Merendam kain ke dalam larutan naphol ketiga	F41							
		Meniriskan kain	F42							

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas	Klasifikasi <i>Waste</i>						
				<i>Energy</i>	<i>Water</i>	<i>Material</i>	<i>Garbage</i>	<i>Transportation</i>	<i>Emissions</i>	<i>Biodiversity</i>
		Memindahkan ke dalam garam naphthol	F43							
		Merendam kain ke dalam larutan garam naphthol ketiga	F44							
		Meniriskan kain	F45							
		Melepas sarung tangan	F46							
		memindahkan ke dalam bak air bersih	F47							
		Membilas kain	F48		✓					
		Meniriskan kain	F49							
		Memindahkan kejemuran	F50							
		Penjemuran	F51							
7	Pelorodan ke-1	Membawa panci	G1							

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas	Klasifikasi <i>Waste</i>						
				<i>Energy</i>	<i>Water</i>	<i>Material</i>	<i>Garbage</i>	<i>Transportation</i>	<i>Emissions</i>	<i>Biodiversity</i>
		berukuran besar di atas perapian								
		Mengisi panci dengan air	G2		✓					
		Mengambil korek dalam saku	G3							
		Menghidupkan kayu dengan korek gas	G4	✓					✓	
		Meletakkan korek gas	G5							
		Menutup panci	G6							
		Memanaskan air hingga mendidih	G7	✓					✓	
		Mengambil kain dari jemuran	G8							
		Membuka panci	G9							
		Meletakkan tutup panci	G10							

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas	Klasifikasi <i>Waste</i>						
				<i>Energy</i>	<i>Water</i>	<i>Material</i>	<i>Garbage</i>	<i>Transportation</i>	<i>Emissions</i>	<i>Biodiversity</i>
		kesamping								
		Merendam dan mengangkat kain menggunakan tongkat	G11							
		Membawa kain ke tempat pembilasan	G12							
		Membilas kain	G13		✓					
		Membawa kembali ke tempat perebusan	G14							
		Merendam dan mengangkat kain menggunakan tongkat	G15							
		kembali								
		Membawa kain ke tempat pembilasan	G16							
		Membilas kain	G17		✓					

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas	Klasifikasi <i>Waste</i>					
				<i>Energy</i>	<i>Water</i>	<i>Material</i>	<i>Garbage</i>	<i>Transportation</i>	<i>Emissions</i> <i>Biodiversity</i>
8	Granit	Mencuci bersih kain	G18						
		Membawa kain pada jemuran	G19						
		Menjemur kain	G20						
		Mengangkat	G21						
		Melipat kain	G22						
		Membawa ke tempat proses granit	G23						
		Menyiapkan alat dan bahan	H1						
		Memanaskan lilin hingga cair	H2		✓				✓
		Mengambil kain yang telah diwarnai dasar	H3						
		Meletakkan pada	H4						

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas	Klasifikasi <i>Waste</i>						
				<i>Energy</i>	<i>Water</i>	<i>Material</i>	<i>Garbage</i>	<i>Transportation</i>	<i>Emissions</i>	<i>Biodiversity</i>
9	Nembok ke-2	gawangan								
		Melakukan proses								
		granit	H5	✓					✓	
		Melipat kain	H6							
		Membawa ke tempat								
		penyimpanan	H7							
		Menyiapkan alat dan								
		bahan	I1							
		Memanaskan lilin								
		hingga cair	I2	✓					✓	
Mengambil kain yang										
telah di blok	I3									
Meletakkan kain										
dengan posisi sisi										
lainnya pada	I4									
gawangan										

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas	Klasifikasi <i>Waste</i>					
				<i>Energy</i>	<i>Water</i>	<i>Material</i>	<i>Garbage</i>	<i>Transportation</i>	<i>Emissions</i> <i>Biodiversity</i>
10	Pewarnaan ke-2	Menutup motif yang dikehendaki (nembok)	I5	✓					✓
		Melipat kain	I6						
		Membawa kain ke tempat pewarnaan kedua	I7						
		Membawa kain ke tempat perendaman	J1						
		Mengisi air bersih ke dalam Bejana	J2		✓				
		Perendaman dengan air biasa	J3						
		Ditiriskan	J4						
		Mengambil panci	J5						

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas	Klasifikasi <i>Waste</i>						
				<i>Energy</i>	<i>Water</i>	<i>Material</i>	<i>Garbage</i>	<i>Transportation</i>	<i>Emissions</i>	<i>Biodiversity</i>
		Mengisi panci dengan air	J6		✓					
		Memanaskan air untuk larutan Naphthol	J7	✓					✓	
		Mengambil bahan Naphthol dan garam	J8							
		Meramu bahan Naphthol dan Garam	J9							
		Membawa panci ke Bejana	J10							
		Menambahkan air hangat untuk Bejana larutan Naphthol	J11							
		Mengisi Bejana kedua dengan air	J12							
		Memasukan ramuan	J13							

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas	Klasifikasi <i>Waste</i>						
				<i>Energy</i>	<i>Water</i>	<i>Material</i>	<i>Garbage</i>	<i>Transportation</i>	<i>Emissions</i>	<i>Biodiversity</i>
		garam dan naphol								
		Memakai sarung								
		tangan	J14							
		Meratakan campuran	J15							
		Membawa kain ke								
		Bejana larutan	J16							
		Napthol								
		Merendam kain ke								
		dalam larutan Napthol	J17							
		Meniriskan kain	J18							
		Memindahkan ke								
		Bejana garam napthol	J19							
		Merendam kain ke								
		dalam larutan garam	J20							
		naphol								
		Meniriskan kain	J21							

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas	Klasifikasi <i>Waste</i>						
				<i>Energy</i>	<i>Water</i>	<i>Material</i>	<i>Garbage</i>	<i>Transportation</i>	<i>Emissions</i>	<i>Biodiversity</i>
		Melepaskan sarung tangan	J22							
		Memindahkan ke dalam bak air bersih	J23							
		Membilas kain	J24		✓					
		Meniriskan kain	J25							
		Memakai sarung tangan kembali	J26							
		Penambahan cairan	J27							
		Memindahkan ke Bejana larutan naphthol	J28							
		Merendam kain ke dalam larutan naphthol kedua	J29							
		Meniriskan kain	J30							

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas	Klasifikasi <i>Waste</i>						
				<i>Energy</i>	<i>Water</i>	<i>Material</i>	<i>Garbage</i>	<i>Transportation</i>	<i>Emissions</i>	<i>Biodiversity</i>
		Memindahkan ke dalam garam naphthol kedua	J31							
		Merendam kain ke dalam larutan garam naphol kedua	J32							
		Meniriskan kain	J33							
		Melepas sarung tangan	J34							
		Memindahkan ke dalam bak air bersih	J35							
		Membilas kain	J36		✓					
		Meniriskan kain	J37							
		Penambahan cairan	38							
		Memakai sarung	J39							

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas	Klasifikasi <i>Waste</i>						
				<i>Energy</i>	<i>Water</i>	<i>Material</i>	<i>Garbage</i>	<i>Transportation</i>	<i>Emissions</i>	<i>Biodiversity</i>
		tangan kembali								
		Memindahkan ke								
		Bejana larutan	J40							
		Naphthol								
		Merendam kain ke								
		dalam larutan naphthol	J41							
		ketiga								
		Meniriskan kain	J42							
		Memindahkan ke								
		dalam garam naphthol	J43							
		Merendam kain ke								
		dalam larutan garam	J44							
		naphthol ketiga								
		Meniriskan kain	J45							
		Melepas sarung								
		tangan	J46							

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas	Klasifikasi <i>Waste</i>						
				<i>Energy</i>	<i>Water</i>	<i>Material</i>	<i>Garbage</i>	<i>Transportation</i>	<i>Emissions</i>	<i>Biodiversity</i>
11	Pelorodan ke-2	memindahkan ke dalam bak air bersih	J47							
		Membilas kain	J48		✓					
		Meniriskan kain	J49							
		Memindahkan kejemuran	J50							
		Penjemuran	J51							
		Membawa panci berukuran besar di atas perapian	K1							
		Mengisi panci dengan air	K2		✓					
		Mengambil korek dalam saku	K3							
		Menghidupkan kayu dengan korek gas	K4	✓					✓	

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas	Klasifikasi <i>Waste</i>						
				<i>Energy</i>	<i>Water</i>	<i>Material</i>	<i>Garbage</i>	<i>Transportation</i>	<i>Emissions</i>	<i>Biodiversity</i>
		Meletakan korek gas	K5							
		Menutup panci	K6							
		Memanaskan air hingga mendidih	K7	✓					✓	
		Mengambil kain dari jemuran	K8							
		Membuka panci	K9							
		Meletakan tutup panci kesamping	K10							
		Merendam dan mengangkat kain menggunakan tongkat	K11							
		Membawa kain ke tempat pembilasan	K12							
		Membilas kain	K13		✓					

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas	Klasifikasi <i>Waste</i>						
				<i>Energy</i>	<i>Water</i>	<i>Material</i>	<i>Garbage</i>	<i>Transportation</i>	<i>Emissions</i>	<i>Biodiversity</i>
		Membawa kembali ke tempat perebusan	K14							
		Merendam dan mengangkat kain								
		menggunakan tongkat kembali	K15							
		Membawa kain ke tempat pembilasan	K16							
		Membilas kain	K17		✓					
		Mencuci bersih kain	K18							
		Membawa kain pada jemuran	K19							
		Menjemur kain	K20							
		Membawa kain ke penyimpanan	K21							

No	Proses	Aktivitas Proses Produksi	Kode Aktivitas	Klasifikasi <i>Waste</i>						
				<i>Energy</i>	<i>Water</i>	<i>Material</i>	<i>Garbage</i>	<i>Transportation</i>	<i>Emissions</i>	<i>Biodiversity</i>
12	Packaging	Mengambil kain dari penyimpanan	L1							
		Melipat kain dan merapikan kain	L2							
		Memberi stiker IKM								
		Batik Sungsang	L3							
		Memasukan pada kemasan	L4			✓				
		Membawa ke penyimpanan	L5							

Berdasarkan hasil pemetaan menggunakan *Environmental Value Stream Mapping (EVSM)* pada proses produksi Batik Tulis Sungsang motif Wahyu Tumurun, diketahui bahwa terdapat beberapa bentuk *environmental waste* yang masih terjadi selama proses produksi. Identifikasi dilakukan dengan mengamati setiap tahapan proses produksi mulai dari persiapan kain, pembatikan, pewarnaan, pencucian, hingga pelorodan. Setiap aktivitas dianalisis berdasarkan penggunaan sumber daya, konsumsi energi, penggunaan air, serta potensi limbah yang dihasilkan.

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa tidak seluruh jenis *environmental waste* ditemukan pada proses produksi. Berdasarkan hasil observasi lapangan dan pemetaan EVSM, *environmental waste* yang paling dominan adalah Water Waste dan Emission Waste. Water Waste ditemukan pada proses pencucian kain setelah proses pewarnaan. Pemborosan air terjadi karena operator sering membiarkan air tetap mengalir ketika bak pencucian telah penuh sehingga sebagian air meluap dan tidak dimanfaatkan. Kondisi tersebut menyebabkan penggunaan air menjadi lebih besar dibandingkan kebutuhan aktual proses pencucian.

Sementara itu, Emission Waste ditemukan pada proses pelorodan yang menggunakan kayu bakar sebagai sumber energi pemanas. Pembakaran kayu menghasilkan asap yang langsung dilepaskan ke lingkungan tanpa adanya sistem pengendalian emisi, sehingga menimbulkan pencemaran udara di sekitar area produksi dan berpotensi mengganggu kesehatan pekerja.

Berdasarkan hasil identifikasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa kedua jenis *environmental waste* tersebut merupakan waste yang paling berpengaruh terhadap kinerja lingkungan pada proses produksi Batik Tulis Sungsang. Oleh karena itu, analisis selanjutnya difokuskan pada identifikasi penyebab terjadinya Water Waste dan Emission Waste sebagai dasar dalam penyusunan usulan perbaikan.

4.2.2 Perhitungan Emisi *Current State Environmental Value Stream Mapping*

Berdasarkan Identifikasi *Waste*, Serta Penggunaan Sumber Daya Tiap Aktivitas, dan Metode Perhitungan Emisi dari Produksi dan Konsumsi Energi, maka didapatkan data seperti dibawah ini:

1. Perhitungan emisi proses Nglowong

Konsumsi energi (EC) = 0,50 *Liter*

Faktor Emisi (EF) = 2,58 kg *CO₂/Liter*

Beban emisi = $0,50 \times 2,58 \text{ kg kg } CO_2/Liter$

Beban emisi = $1,29 \text{ kg } CO_2$

2. Perhitungan emisi proses Cecek

Konsumsi emisi (EC) = $0,36 \text{ Liter}$

Faktor emisi (EF) = $2,58 \text{ kg } CO_2/Liter$

Beban emisi = $0,36 \times 2,58 \text{ kg } CO_2/Liter$

Beban emisi = $0,92 \text{ kg } CO_2$

3. Perhitungan emisi proses Nembok 1

Konsumsi emisi (EC) = $0,11 \text{ Liter}$

Faktor emisi (EF) = $2,58 \text{ kg } CO_2/Liter$

Beban emisi = $0,11 \times 2,58 \text{ kg kg } CO_2/Liter$

Beban emisi = $0,28 \text{ kg } CO_2$

4. Perhitungan emisi proses Pelorodan 1

Konsumsi emisi (EC) = 7 kg

Faktor emisi (EF) = $1,75 \text{ kg } CO_2/kg$

Beban emisi = $7 \times 1,75 \text{ kg } CO_2/kg$

Beban emisi = $12,25 \text{ kg } CO_2 - 80\% \times 12,25 = 2,45 \text{ kg } CO_2$

5. Perhitungan emisi proses Granit

Konsumsi emisi (EC) = $0,26 \text{ Liter}$

Faktor emisi (EF) = $2,58 \text{ kg } CO_2/Liter$

Beban emisi = $0,26 \times 2,58 \text{ kg } CO_2/Liter$

Beban emisi = $0,67 \text{ kg } CO_2$

6. Perhitungan emisi proses Nembok 2

Konsumsi emisi (EC) = $0,1 \text{ kg}$

Faktor emisi (EF) = $2,58 \text{ kg } CO_2/kg$

Beban emisi = $0,1 \times 2,58 \text{ kg } CO_2/kg$

Beban emisi = $0,25 \text{ kg } CO_2$

7. Perhitungan emisi proses Pelorodan 2

Konsumsi emisi (EC) = 9 kg

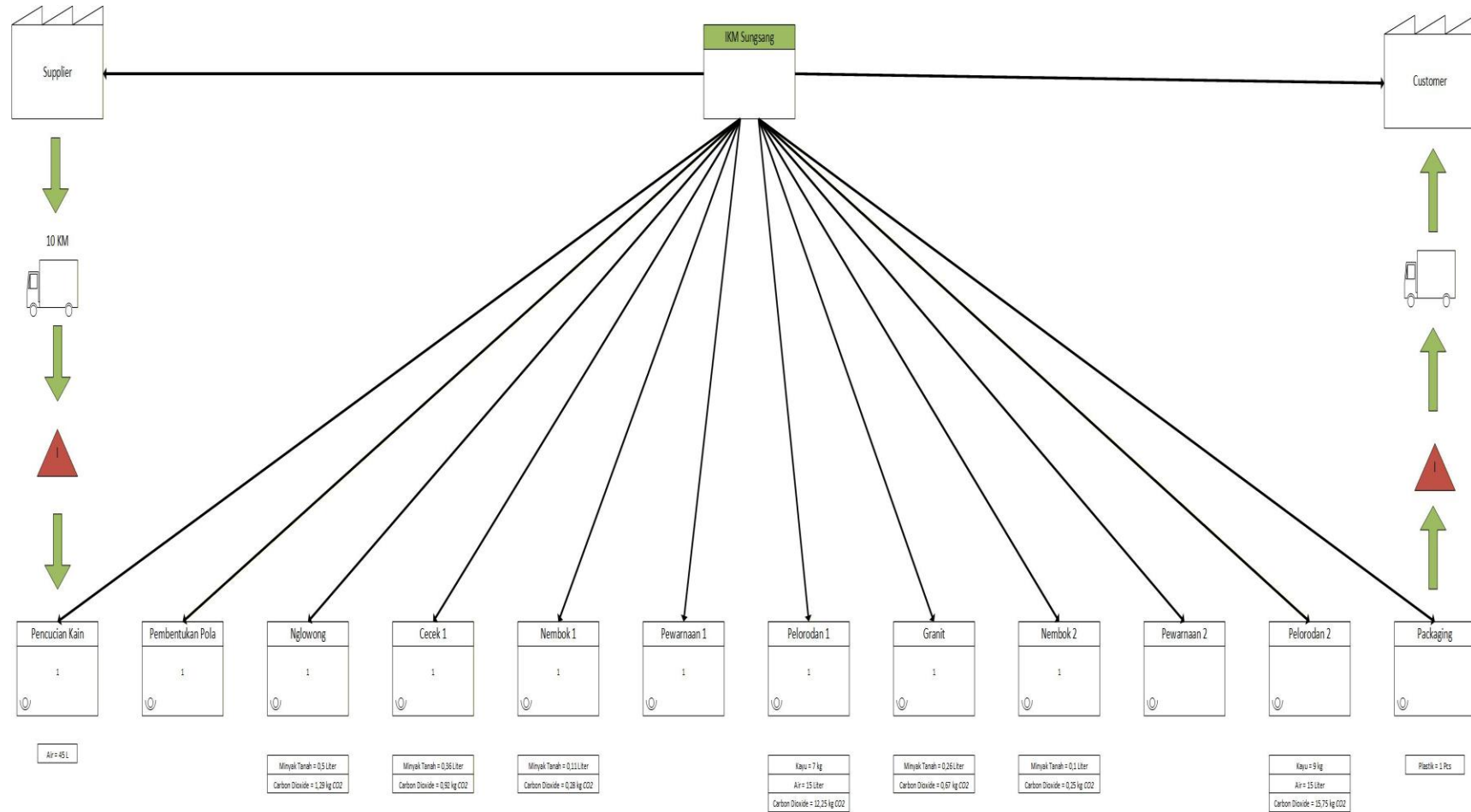
Faktor emisi (EF) = $1,75 \text{ kg } CO_2/kg$

Beban emisi = $9 \times 1,75 \text{ kg } CO_2/kg$

Beban emisi = $15,75 \text{ kg } CO_2 - 80\% \times 15,75 = 3,15 \text{ kg } CO_2$

4.2.3 Current State Environmental Value Stream Mapping

Berikut merupakan *current state environmental value stream mapping* pada pembuatan batik tulis:



Gambar 4. 2 Current State Enviromental Value Stream Mapping

Current State Environmental Value Stream Mapping (EVSM) merupakan pemetaan kondisi aktual proses produksi yang bertujuan untuk mengidentifikasi aktivitas produksi serta penggunaan sumber daya yang berpotensi menimbulkan *environmental waste*. Pemetaan ini dilakukan dengan mengamati seluruh tahapan produksi batik tulis motif Wahyu Tumurun mulai dari persiapan bahan baku hingga produk siap dipasarkan. Selain menggambarkan aliran material dan informasi, EVSM juga menampilkan data penggunaan air, energi, material, serta emisi yang dihasilkan pada setiap tahapan proses produksi.

Berdasarkan hasil pemetaan pada Gambar 4.2, proses produksi batik tulis terdiri atas beberapa aktivitas utama, yaitu persiapan kain, pembuatan pola, pencantingan, pewarnaan, pencucian, pelorodan, pengeringan, hingga proses *finishing*. Setiap aktivitas memiliki karakteristik penggunaan sumber daya yang berbeda sehingga menghasilkan dampak lingkungan yang berbeda pula. Hasil pemetaan menunjukkan bahwa aktivitas pencucian kain merupakan proses dengan konsumsi air paling tinggi. Penggunaan air yang terus mengalir selama proses pencucian menyebabkan terjadinya pemborosan ketika bak pencucian telah penuh tetapi aliran air belum dihentikan. Kondisi tersebut mengakibatkan air meluap dan tidak dimanfaatkan secara optimal sehingga dikategorikan sebagai Water Waste.

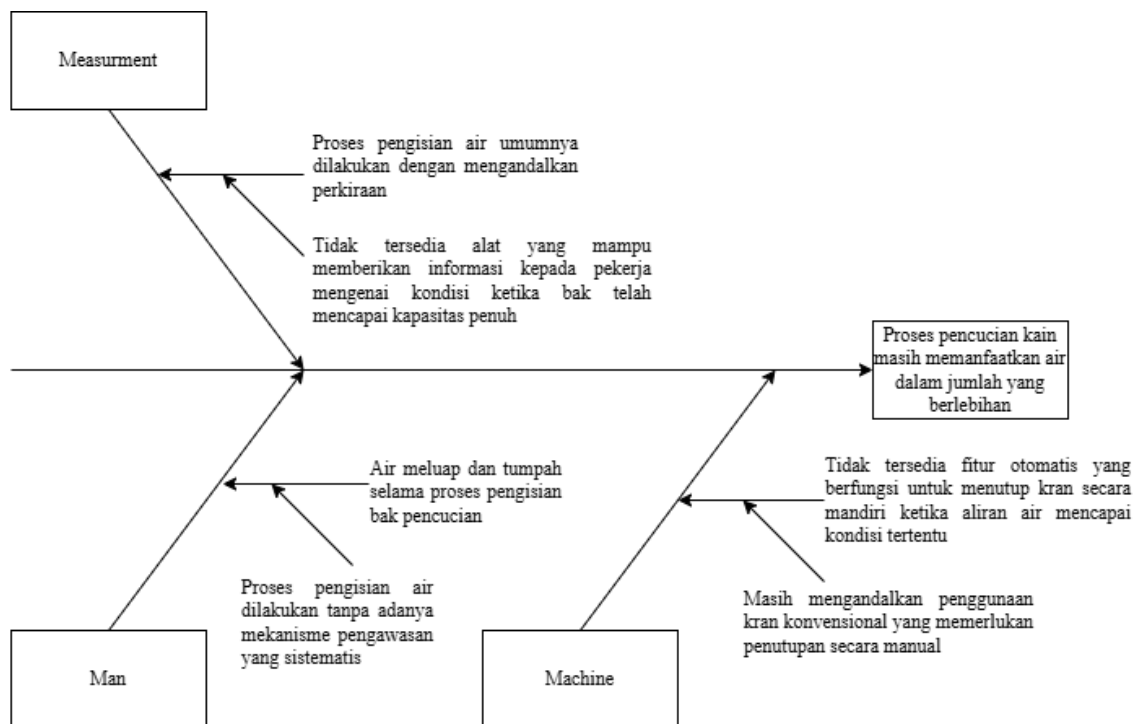
Selain itu, pada proses pelorodan ditemukan penggunaan kayu bakar sebagai sumber energi untuk memanaskan air. Pembakaran kayu menghasilkan asap yang langsung dilepaskan ke lingkungan tanpa adanya sistem pengendalian emisi. Kondisi tersebut menyebabkan terbentuknya Emission Waste yang berpotensi menurunkan kualitas udara di sekitar area produksi serta memberikan dampak terhadap kesehatan pekerja. Melalui pemetaan EVSM juga dapat diketahui aktivitas yang memberikan nilai tambah (*Value Added/VA*) maupun aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah tetapi masih diperlukan (*Necessary Non Value Added/NNVA*). Informasi tersebut menjadi dasar dalam mengevaluasi efisiensi penggunaan sumber daya pada setiap tahapan proses produksi. Dengan demikian, *Current State EVSM* tidak hanya berfungsi sebagai alat pemetaan aliran proses, tetapi juga sebagai alat identifikasi awal terhadap pemborosan sumber daya dan dampak lingkungan yang ditimbulkan selama proses produksi batik tulis.

Berdasarkan hasil analisis *Current State EVSM*, diperoleh dua jenis *environmental waste* yang paling dominan, yaitu Water Waste pada proses pencucian dan Emission Waste pada proses pelorodan. Kedua jenis *waste* tersebut selanjutnya dianalisis lebih lanjut

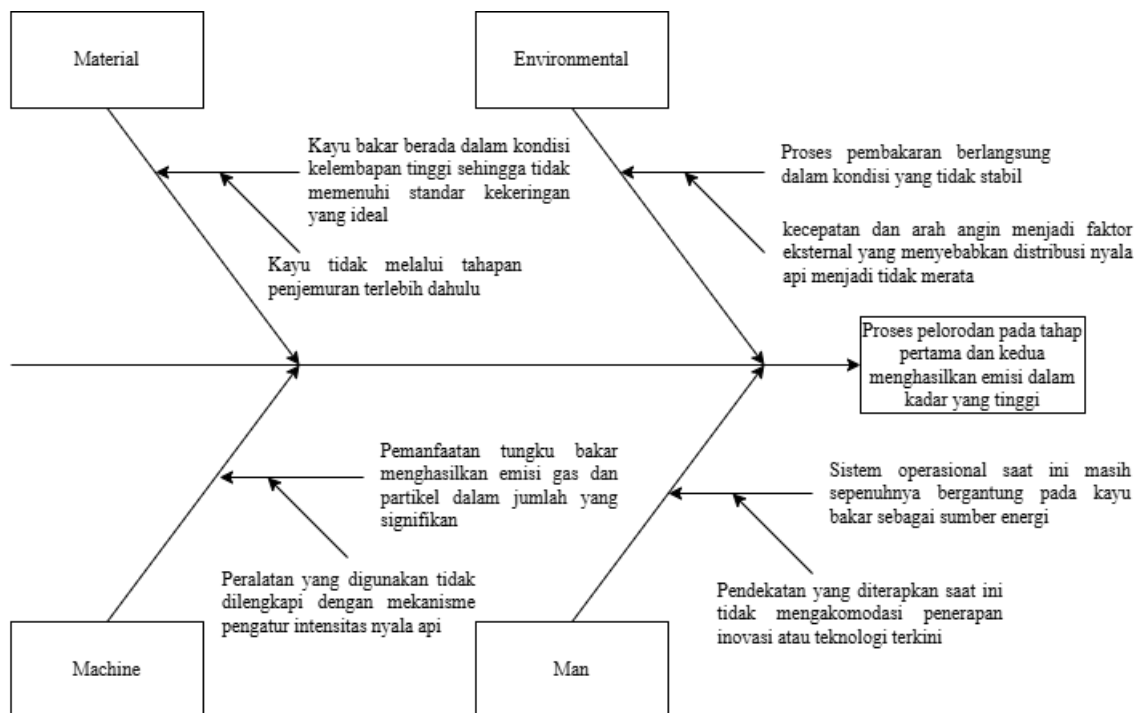
menggunakan *Fishbone Diagram* dan metode 5W+1H untuk mengidentifikasi akar penyebab permasalahan sebagai dasar dalam penyusunan usulan perbaikan.

4.2.4 *Fishbone Diagram*

Diagram sebab akibat atau *Fishbone Diagram* digunakan untuk menemukan penyebab utama dari masalah yang terjadi di IKM Batik Sungsang. *Waste* lingkungan dari proses produksi batik tulis IKM Sungsang terdiri dari 2 jenis. Pertama adalah *Water Waste*, yang terjadi karena dalam proses produksi digunakan air secara berlebihan dan juga menghasilkan limbah berbahaya. Kedua adalah *Emissions Waste*, yang disebabkan oleh proses produksi batik tulis yang mengeluarkan emisi tinggi yang berpotensi merusak lingkungan.. Diagram fishbone untuk water dan emissions bisa dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4. 3 *Fishbone Diagram Water Waste*



Gambar 4. 4 Fishbone Diagram Emission

Tabel 4. 9 Identifikasi Fishbone Diagram Water Waste

Faktor	Cause	Keterangan
<i>Machine</i>	Tidak tersedia fitur otomatis yang berfungsi untuk menutup kran secara mandiri ketika aliran air mencapai kondisi tertentu	Masih mengandalkan penggunaan kran konvensional yang memerlukan penutupan secara manual
<i>Measurement</i>	Proses pengisian air umumnya dilakukan dengan mengandalkan perkiraan	Tidak tersedia alat yang mampu memberikan informasi kepada pekerja mengenai kondisi ketika bak telah mencapai kapasitas penuh
<i>Man</i>	Air meluap dan tumpah selama proses pengisian bak pencucian	Proses pengisian air dilakukan tanpa adanya mekanisme pengawasan

		yang sistematis
--	--	-----------------

Tabel 4. 10 Identifikasi *Fishbone Diagram Emission Waste*

Faktor	Cause	Keterangan
<i>Man</i>	Sistem operasional saat ini masih sepenuhnya bergantung pada kayu bakar sebagai sumber energi	Pendekatan yang diterapkan saat ini tidak mengakomodasi penerapan inovasi atau teknologi terkini
<i>Machine</i>	Pemanfaatan tungku bakar menghasilkan emisi gas dan partikel dalam jumlah yang signifikan	Peralatan yang digunakan tidak dilengkapi dengan mekanisme pengatur intensitas nyala api
<i>Environment</i>	Proses pembakaran berlangsung dalam kondisi yang tidak stabil	kecepatan dan arah angin menjadi faktor eksternal yang menyebabkan distribusi nyala api menjadi tidak merata
<i>Material</i>	Kayu bakar berada dalam kondisi kelembapan tinggi sehingga tidak memenuhi standar kekeringan yang ideal	Kayu tidak melalui tahapan penjemuran terlebih dahulu

4.2.5 Rencana Tindakan Perbaikan 5W+1H Berdasarkan *Fishbone Diagram*

Metode ini digunakan untuk menjabarkan secara detail permasalahan yang sebelumnya sudah diidentifikasi pada fishbone.

Tabel 4. 11 Rencana tindakan perbaikan *Water Waste*

Permasalahan	5W+1H	Deskripsi	Tindakan
Pengisian Air dilakukan berdasarkan perkiraan	<i>What</i> (apa)	Apa yang perlu diperbaiki	Sistem kran pengisian yang dapat menutup dengan sendirinya saat air sudah terisi penuh
	<i>Why</i> (Mengapa)	Mengapa tindakan Perbaikan diperlukan?	Mencegah air meluap dari bak pencucian kain agar tidak ada pemborosan air
	<i>Where</i> (Dimana)	Lokasi perbaikan akan dilakukan?	Pada bak Pencucian
	<i>When</i> (Kapan)	Kapan tindakan perbaikan akan dilakukan?	Sebaiknya dilakukan sesegera mungkin agar masalah pemborosan cepat terselesaikan
	<i>Who</i> (Siapa)	Siapa yang akan mengerjakan tindakan perbaikan tersebut	<i>Owner</i>
	<i>How</i> (Bagaimana)	Bagaimana cara melakukan tindakan perbaikan	Pengadaan dan pemasangan kran otomatis pada pengisian bak pencucian kain

Tabel 4. 12 Rencana tindakan perbaikan *Emission Waste*

Permasalahan	5W+1H	Deskripsi	Tindakan
Penggunaan Tungku bakar menyebabkan emisin yang besar	<i>What</i> (apa)	Apa yang perlu diperbaiki	Sistem Filtrasi asap
	<i>Why</i> (Mengapa)	Mengapa tindakan Perbaikan diperlukan?	Untuk Mereduksi asap yang menyebabkan emisi yang dihasilkan terganggunya pernafasan dan iritasi mata pada pekerja kebakaran serta meminimalisir emisi yang dihasilkan
	<i>Where</i> (Dimana)	Lokasi perbaikan akan dilakukan?	IKM Sungsang

Permasalahan	5W+1H	Deskripsi	Tindakan
	<i>When</i> (Kapan)	Kapan tindakan perbaikan akan dilakukan?	Sesegera mungkin sebelum dilakukannya pelorodan pertama dan kedua
	<i>Who</i> (Siapa)	Siapa yang akan mengerjakan tindakan perbaikan tersebut	<i>Owner</i>
	<i>How</i> (Bagaimana)	Bagaimana cara melakukan tindakan perbaikan	Pengadaan Tungku dan Cerobong Asap untuk proses pelorodan pertama dan kedua

4.2.6 Tindakan perbaikan Berdasarkan 5W+1H

Tabel 4. 13 Tindakan perbaikan berdasarkan 5W+1h

Masalah	Tindakan Perbaikan	Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan
Pengisian bak pencucian kain hanya berdasar perkiraan	Pengadaan dan pemasangan pelampung pada kran	Air meluap dari bak pencucian kain karena saat	Pelampung air kran otomatis akan dengan sendirinya

	pengisian bak pencucian kain	pengisian tidak ada yang melakukan pengawasan dan kran yang digunakan masih manual untuk membuka dan menutup air, sehingga sering terjadi pemborosan air karena air meluap	menutup saat air terisi penuh pada bak pencucian kain karena melampung yang terendam oleh permukaan air membuat solenoid valve otomatis menutup sehingga air berhenti keluar
Masih menggunakan tungku dan kayu sebagai bahan bakar yang menghasilkan emisi tinggi	Melakukan pengadaan tungku bakar dengan cerobong dan filter asap untuk proses pelorodan 1 dan pelorodan 2	Emisi yang dihasilkan pada proses pelorodan 1 dan pelorodan 2 tidak dapat terkontrol karena masih menggunakan cara tradisional	Emisi yang dihasilkan dapat tereduksi karena ada cerobong yang berisi filtrasi asap sehingga tidak mencemari udara dan mengganggu organ pernapasan dan mata pekerja

4.2.7 Usulan Perbaikan

Terdapat beberapa usulan perbaikan yang diberikan pada IKM Batik Sungsang untuk mengurangi *Water Waste* dan *Emission Waste* yang terjadi pada IKM Batik Sungsang, sehingga diperoleh beberapa perubahan untuk mengurangi dampak lingkungan dalam proses membatik

4.2.7.1 Usulan Perbaikan Permasalahan (Penggunaan Air Berlebihan Pada Proses Pencucian Kain)

Pada produksi Batik Tulis Motif Wahyu Tumurun yang berada di IKM Batik Sungsang terdapat permasalahan yaitu penggunaan air yang berlebihan pada proses awal pencucian kain yang disebabkan oleh beberapa faktor yaitu faktor *measurement* berupa pengisian pada bak

pencucian kain hanya dilakukan berdasarkan perkiraan saja. Oleh sebab itu perlu ada perbaikan yang dilakukan berupa pengadaan dan pemasangan kran air otomatis agar pengisian air pada bak pencucian kain tidak berlebihan.

Teknis dari kran otomatis ini yaitu bekerja dengan memanfaatkan sensor level air, control box, dan solenoid valve yang saling terhubung. Sensor level air yang terpasang di dalam bak berfungsi untuk mendeteksi ketinggian air secara terus-menerus. Ketika permukaan air masih berada di bawah batas yang telah ditentukan, sensor mengirimkan sinyal ke control box bahwa bak belum penuh. Selanjutnya, control box memproses sinyal tersebut dan memberikan perintah kepada solenoid valve untuk membuka katup sehingga air dapat mengalir melalui kran ke dalam bak. Saat ketinggian air mencapai batas maksimum yang telah diatur, sensor akan mendeteksi kondisi penuh dan mengirimkan sinyal ke control box. Berdasarkan sinyal tersebut, control box memerintahkan solenoid valve untuk menutup aliran air secara otomatis. Dengan demikian, pengisian air berhenti tanpa perlu pengoperasian manual, sementara kran hanya berfungsi sebagai saluran keluarnya air yang dikendalikan oleh sistem otomatis.



Gambar 4. 5 Usulan Perbaikan *Water Waste*

Berdasarkan usulan yang diberikan pada permasalahan penggunaan air yang berlebihan pada proses pencucian kain yang memiliki ukuran bak 30 liter berbentuk balok, air yang meluap dari bak selama satu menit atau setara dengan 60 detik dengan debit air 0,25 liter/detik.

Berikut rumus perhitungan kebutuhan penggunaan air pada proses pencucian kain:

$$\text{Volume Balok} = p \times l \times t$$

Keterangan:

p = panjang

l = lebar

t = tinggi

Diketahui:

p = 30 cm

l = 25 cm

t = 40 cm

$$\text{Volume Balok} = p \times l \times t \quad \text{Volume Balok} = 30 \times 25 \times 40$$

$$\text{Volume Balok} = 30 \times 25 \times 40$$

$$\text{Volume Balok} = 30 \times 25 \times 40$$

$$\text{Volume Balok} = 30.000 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume Balok} = 30 \text{ Liter}$$

• Rumus perhitungan jumlah air yang terbangun:

$$\text{Air yang Terbuang} = \text{Debit air} \times \text{Waktu}$$

Diketahui:

$$\text{Debit air} = 0,25 \text{ liter/detik} \quad \text{Waktu} = 1 \text{ menit} = 60 \text{ detik}$$

$$\text{Air yang Terbuang} = 0,25 \times 60$$

$$\text{Air yang Terbuang} = 15 \text{ liter}$$

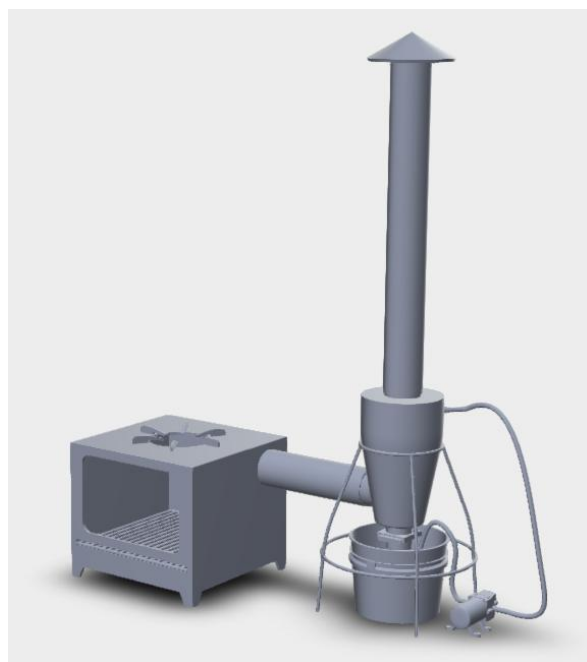
4.2.7.2 Usulan Perbaikan Permasalahan (Tingginya Emisi yang dihasilkan dari Proses Pelorodan Pertama dan Kedua)

Permasalahan selanjutnya pada proses produksi Batik Tulis Motif Wahyu Tumurun pada IKM Batik Sungsang yaitu tingginya emisi yang dihasilkan pada proses pelorodan 1 dan pelorodan 2 yang dipengaruhi beberapa faktor berdasarkan pada *Fishbone Diagram* yang salah satunya adalah faktor *machine* yang dimana proses pelorodan 1 dan pelorodan 2 masih menggunakan tungku Bakar dan kayu sebagai bahan bakar yang menyebabkan emisi yang dihasilkan tidak dapat dikendalikan. Oleh sebab itu perlu adanya perbaikan dengan usulan pengadaan tungku pembakaran kayu yang terhubung dengan cerobong dan filter asap pada proses pelorodan 1 dan pelorodan 2.

Teknis dari alat cerobong dan filter asap sederhana ini bekerja untuk mengurangi polusi udara yang dihasilkan dari proses pembakaran kayu pada tungku pelorodan batik. Asap yang

keluar dari tungku tidak langsung dilepaskan ke udara, tetapi terlebih dahulu dialirkan melalui pipa penghubung menuju filter siklon. Di dalam filter siklon, asap diputar secara tangensial sehingga partikel debu, jelaga, dan abu yang berukuran lebih besar terlempar ke dinding tabung dan mengendap di bagian bawah filter. Setelah melewati proses pemisahan awal, asap kemudian dialirkan ke filter air yang berisi air sebagai media penyaring. Pada tahap ini, asap membentuk gelembung saat melewati air sehingga sebagian partikel halus dan panas yang masih terbawa dapat berkurang. Air juga membantu menangkap sisa debu dan jelaga yang tidak tertahan oleh filter siklon.

Selanjutnya, asap yang telah melalui proses penyaringan dialirkan ke cerobong untuk dibuang ke atmosfer pada ketinggian yang lebih aman. Cerobong berfungsi mengarahkan sisa asap ke atas sehingga tidak mengganggu area kerja maupun pekerja di sekitar tungku. Sistem ini memanfaatkan kombinasi pemisahan mekanis melalui filter siklon dan penyaringan basah menggunakan air untuk menurunkan jumlah partikel pencemar sebelum asap dilepaskan ke lingkungan. Dengan desain yang sederhana, biaya pembuatan yang relatif murah, dan perawatan yang mudah, alat ini menjadi solusi yang sesuai bagi usaha kecil dan menengah (UMKM) untuk mengurangi dampak polusi udara dari proses pembakaran kayu.



Gambar 4. 6 Usulan Perbaikan *Emission Waste*

4.2.7.3 Penentuan Prioritas Usulan Perbaikan

Setelah dilakukan identifikasi terhadap usulan perbaikan, diperlukan penentuan prioritas implementasi agar perusahaan dapat menerapkan usulan yang paling sesuai dengan kondisi

sumber daya yang dimiliki. Penentuan prioritas dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa aspek, yaitu tujuan perbaikan, besar investasi, kemudahan implementasi, waktu implementasi, perubahan proses produksi, kemudahan perawatan, dampak terhadap lingkungan, dan kesesuaian dengan kondisi UMKM.

Tabel 4. 14 Matriks Skala Prioritas Usulan Perbaikan

Kriteria Penilaian	Pemasangan Kran Otomatis	Modifikasi Tungku Pembakaran
Tujuan perbaikan	Mengurangi <i>Water Waste</i>	Mengurangi <i>Emission Waste</i>
Besar investasi	Rendah	Sedang–Tinggi
Kemudahan implementasi	Sangat mudah	Sedang
Waktu implementasi	Cepat	Relatif lebih lama
Perubahan proses produksi	Tidak mengubah proses	Memerlukan penyesuaian pada area pembakaran
Kemudahan perawatan	Mudah	Sedang (perlu pembersihan filter secara berkala)
Dampak terhadap lingkungan	Mengurangi pemborosan air secara langsung	Mengurangi emisi asap hasil pembakaran kayu
Kesesuaian dengan kondisi UMKM	Sangat sesuai	Cukup sesuai
Skala Prioritas	Prioritas 1	Prioritas 2

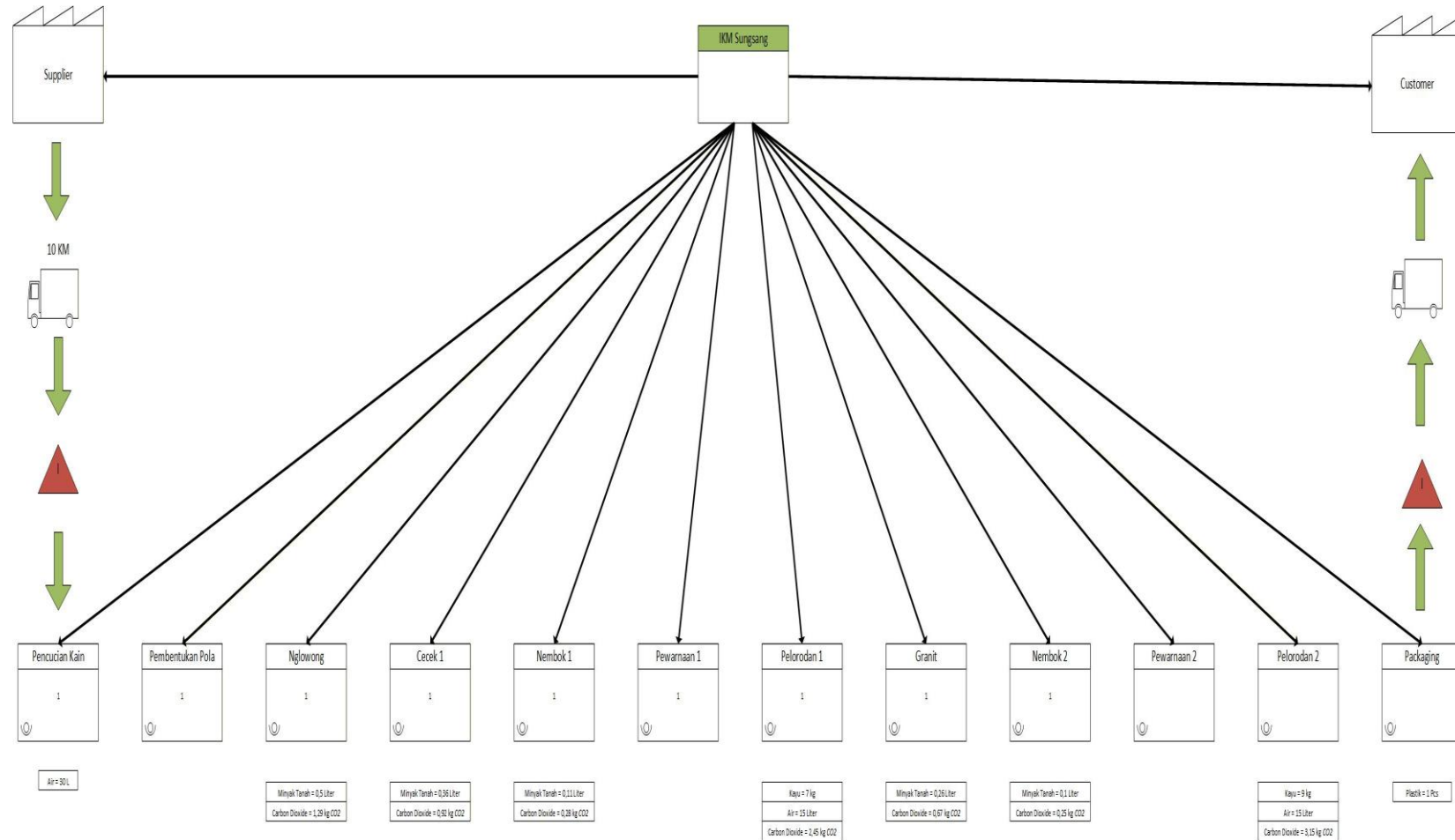
Berdasarkan matriks skala prioritas, pemasangan kran otomatis ditetapkan sebagai prioritas pertama karena membutuhkan investasi yang relatif rendah, mudah diterapkan, tidak mengubah proses produksi, serta dapat langsung mengurangi pemborosan air pada proses pembilasan. Selain itu, perawatan alat sederhana sehingga lebih sesuai dengan kondisi operasional IKM Batik Sungsang.

Sementara itu, modifikasi tungku pembakaran menjadi prioritas kedua karena meskipun memberikan manfaat dalam mengurangi emisi asap, penerapannya memerlukan biaya yang lebih besar, modifikasi pada fasilitas pembakaran, serta perawatan tambahan pada sistem

cerobong atau filter asap. Oleh karena itu, usulan ini lebih tepat diterapkan setelah perbaikan pada penggunaan air berhasil direalisasikan.

4.2.8 Future State Environmental Value State Mapping

Berikut merupakan *future state environmental value stream mapping* pada pembuatan batik tulis:



Gambar 4. 7 Future State Enviromental Value Stream Mapping

Future State Environmental Value Stream Mapping (EVSM) merupakan hasil pemetaan proses produksi setelah diterapkannya usulan perbaikan yang telah dirancang berdasarkan hasil identifikasi *environmental waste*. Pemetaan ini bertujuan untuk menggambarkan kondisi proses produksi yang diharapkan setelah dilakukan perbaikan sehingga pemborosan sumber daya dan dampak lingkungan dapat dikurangi. Berdasarkan Gambar 4.7, terdapat beberapa perubahan pada *Future State EVSM* dibandingkan dengan *Current State EVSM*. Perubahan tersebut terjadi pada aktivitas yang sebelumnya menjadi penyebab utama *environmental waste*, yaitu proses pencucian kain dan proses pelorodan.

Pada proses pencucian kain, perubahan dilakukan dengan menerapkan sistem kran otomatis yang dilengkapi *water level sensor* dan *solenoid valve*. Dengan adanya sistem tersebut, aliran air akan berhenti secara otomatis ketika volume air di dalam bak telah mencapai batas yang ditentukan. Perubahan ini menyebabkan penggunaan air pada proses pencucian menjadi lebih terkendali sehingga potensi terjadinya *Water Waste* dapat dikurangi.

Perubahan juga dilakukan pada proses pelorodan melalui modifikasi tungku pembakaran dengan penambahan cerobong dan media penyaring asap. Pada kondisi *Future State*, asap hasil pembakaran tidak lagi langsung dilepaskan ke lingkungan, tetapi terlebih dahulu dialirkan menuju sistem penyaringan sebelum dikeluarkan melalui cerobong. Perubahan tersebut diharapkan mampu mengurangi emisi partikulat dan meningkatkan kualitas udara di sekitar area produksi. Dengan adanya perubahan tersebut, *Future State Environmental Value Stream Mapping* menunjukkan kondisi proses produksi yang lebih efisien dibandingkan *Current State EVSM*. Meskipun alur produksi batik tulis tetap sama, penggunaan sumber daya menjadi lebih terkendali dan potensi terjadinya *environmental waste* dapat diminimalkan.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Identifikasi *Waste*

Berikut merupakan analisa dari identifikasi 7 *Waste Environmental* yang terjadi pada IKM Batik Sungsang:

1. *Water*

IKM Batik Sungsang mengalami *Water Waste* dikarenakan air yang digunakan berlebihan hingga tumpah-tumpah keluar Bak pengunci pengisian air ketika pengisian air pada pencucian kain

2. *Emission*

Proses-proses yang menghasilkan *Emissions Waste* diantaranya adalah Nglowong, Cecek, Nembok, Pelorodan Pertama, dan Pelorodan Kedua dikarenakan pada proses-proses tersebut menghasilkan emisi yang mana berkaitan langsung terhadap penggunaan *Energy Waste*, namun dikarenakan tidak ada penggunaan bahan bakar secara berlebihan pada pengamatan peneliti maka *Energy Waste* tidak teridentifikasi sebagai *Waste*.

5.2 Analisis Emisi pada *Current State Environmental Value Stream Mapping*

Pada perhitungan yang telah dilakukan pada perhitungan emisi dari produksi *Current State Environmental Value Stream Mapping* didapatkannya data pada setiap tahap produksi yang menggunakan bahan bakar diantaranya pada proses nglowong, cecek, nembok 1&2 dan granit yang memiliki Faktor Emisi atas tipe bahan bakar yang digunakan jenis minyak tanah (EF) sebesar 2,58 kg **CO₂/Liter**, dengan konsumsi energi (EC) berturut-turut sebesar 0,50 Liter, 0,36 Liter, 0,11&0,10 Liter dan 0,26 Liter. Oleh karena itu, didapatkan nilai emisi dengan cara mengalikan Faktor Emisi atas tipe bahan bakar yang digunakan jenis minyak tanah (EF) dengan konsumsi energi yang digunakan (EC) berturut-turut untuk nglowong, cecek, nembok dan granit sebesar **1,29 kg CO₂**, **0,92 kg CO₂**, **0,28 & 0,25 kg CO₂** dan **0,67 kg CO₂**. Sedangkan pada proses pelorodan pertama dan kedua memiliki Faktor Emisi atas tipe bahan bakar yang digunakan jenis kayu bakar (EF) sebesar 1,75 kg **CO₂/kg** dengan emisi yang dihasilkan berturut-turut sebesar **12,25 CO₂** dan **15,75 CO₂**.

5.3 Analisis *Current State Environmental Value Stream Mapping*

Current State Environmental Value Steam Mapping memberikan gambaran dasar tentang waktu pemrosesan untuk setiap operasi, termasuk aktivitas yang bernilai tambah dan tidak bernilai tambah. *Current State Environmental Value Steam Mapping* menggambarkan aliran informasi dan deskripsi material tentang kondisi awal suatu perusahaan di sepanjang Value Stream. Berdasarkan pada gambar *Current Environmental Value Stream Mapping* yang ada, terdapat beberapa *Environmental Waste* yang teridentifikasi pada gambar, *Water Waste* dan *Emissions Waste*.

Selain itu, penggunaan air pada proses produksi batik tulis wahyu tumurun untuk proses diantaranya dengan *Water Waste* teridentifikasi terjadi pada proses pencucian kain 30 Liter, Pelorodan pertama 19 Liter, dan pelorodan kedua 19 Liter. Selain itu, *Emission Waste* yang didapatkan dari polusi yang dihasilkan dari proses produksi yang terjadi pada proses nglowong yaitu sebesar 1,29 kg CO₂, cecek sebesar 0,92 kg CO₂, nembok 1&2 berturut-turut sebesar 0,28& 0,25 kg CO₂, Granit sebesar 0,67 kg CO₂, Pelorodan Pertama sebesar 12,25 kg CO₂, dan Pelorodan Kedua sebesar 15,75 kg CO₂.

5.4 *Fishbone Diagram*

Fishbone mempunyai fungsi menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya *Waste* dari Tujuan *Environmental Waste*. Berdasarkan dari Analisis *Current State Environmental Value Stream Mapping* yang ada dari proses produksi batik wahyu tumurun pada IKM Batik Tulis penulis menganalisis menggunakan alat *Fishbone Diagram* dengan menggolongkan 6 kategorinya yaitu *man*, *machine*, *method*, *material*, *measurement*, dan *environment*. Hasil dari fishbone yang sudah dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. *Water*

Pada *Water Waste* permasalahan diidentifikasi dengan menggunakan *Fishbone Diagram* dengan permasalahan utama penggunaan air berlebihan pada proses penguncian kedua memiliki memiliki 3 faktor akar penyebab yaitu *measurement*, *man*, dan *machine*. Faktor *measurement* dikarenakan pengisian Air dilakukan hanya berdasarkan perkiraan saja, hal ini disebabkan karena tidak adanya pengingat yang dapat mengingatkan pekerja ketika air terisi sesuai kebutuhannya. Pada faktor *man* dikarenakan Air tumpah-tumpah pada saat pengisian yang disebabkan karena pengisian air tanpa pengawasan. Sedangkan akar penyebab faktor *machine* dikarenakan tidak terdapat fitur yang dapat menutup air dengan

sendirinya, yang disebabkan karena pengisian air masih menggunakan teknologi konvensional

2. *Emissions*

Pada *Emission Waste* memiliki 4 faktor kategori akar penyebab yaitu *material*, *Environmental*, *machine*, dan *man*. Kategori *material* dikarenakan kayu bakar yang digunakan dalam kondisi basah yang disebabkan karena kayu diletakkan pada tanah. Kemudian faktor *machine* dikarenakan penggunaan tungku bakar menyebabkan emisi yang besar, hal ini disebabkan karena tidak terdapat filter asap. Sedangkan, Faktor *Environmental* dikarenakan tidak stabilnya api yang dihasilkan dalam pembakaran yang disebabkan karena api tertiup angin. Serta faktor *man* dikarenakan masih bergantung dengan kayu sebagai bahan bakarnya yang disebabkan karena kebiasaan lama pekerja tanpa mempertimbangkan inovasi baru.

5.5 Analisis Rencana Perbaikan 5W+1H Berdasarkan *Fishbone Diagram*

Analisis 5W1H dilakukan untuk menunjukkan masalah yang terjadi secara menyeluruh berdasarkan hasil yang ditemukan pada diagram fishbone. Selain itu, analisis ini juga memberikan solusi yang terjadi untuk memperbaiki masalah.

Berdasarkan dari hasil analisis 5W+1H yang sudah dilakukan, maka diperoleh berbagai rencana usulan dari peneliti terhadap IKM Batik Sungsang, pada permasalahan *Water Waste* terjadi Pengisian Air dilakukan berdasarkan perkiraan yang disebabkan oleh operator karena tidak adanya pengingat yang dapat mengingatkan pekerja ketika air sudah terisi sesuai kebutuhannya. Sehingga, dilakukan rencana tindakan perbaikan terhadap Sistem pengukuran yang akurat untuk memastikan pengisian air dilakukan sesuai dengan kebutuhan yang tepat. Dengan adanya sistem pengukuran yang akurat lebih akurat, diharapkan dapat meningkatkan akurasi dalam proses pengisian air, sehingga dapat mencegah pemborosan air pada bak penguncian.

Selain itu, pada permasalahan *Emissions Waste* penggunaan tungku yang menyebabkan emisi yang besar dilakukannya rencana perbaikan yang menghasilkan merekomendasikan untuk pengadaan cerobong dan filter asap untuk proses pelorodan pertama dan kedua yang dilakukan oleh owner dari IKM Sungsang sendiri guna mengontrol risiko tingginya emisi sehingga terganggunya pernafasan dan iritasi mata pada pekerja pada dihasilkan pada proses pelorodan pertama dan kedua yang dilakukan sesegera mungkin sebelum dimulainya proses

pelorodan pertama dan kedua.

5.6 Tindakan Perbaikan Berdasarkan 5W+1H

Berdasarkan dari rencana tindakan perbaikan 5W1H yang sudah dilakukan, dapat diketahui terdapat perbedaan kondisi sebelum perbaikan dan sesudah perbaikan. Pada *Water Waste* permasalahan yang terjadi adalah Pengisian Air dilakukan berdasarkan perkiraan. Sebelum dilakukannya perbaikan pekerja tidak mengetahui kondisi air yang sudah terisi pada bak penguncian yang menyebabkan pekerja hanya sekedar melakukan pengisian air dengan perkiraan saja, sehingga pengisian air kerap pada bak penguncian kerap kali berlebihan. Tindakan perbaikan dari hal itu yaitu pengadaan dan pemasangan kran otomatis.

Kemudian untuk permasalahan tidak adanya pengatur besaran api yang dihasilkan pada *emissions Waste*, sebelum dilakukannya perbaikan emisi yang dihasilkan tidak dapat terkontrol, dikarenakan pengaturan besaran api tidak terkontrol. Setelah dilakukannya perbaikan yaitu pengadaan cerobong dan filter asap untuk proses pelorodan pertama dan kedua. Sehingga Emisi yang dihasilkan dapat terkontrol dengan baik.

5.7 Analisis Usulan

Berdasarkan usulan perbaikan berupa memberikan mitigasi pada permasalahan kategori *Water Waste* yang ada terjadi proses produksi batik wahyu tumurun yaitu penggunaan air berlebihan akibat pengisian air dilakukan berdasarkan perkiraan pada saat proses penguncian kedua diusulkan untuk pengadaan dan pemasangan kran otomatis terhadap bak pencucian kain. Oleh karena itu, pekerja tidak lagi melakukan pengisian air berdasarkan perkiraan. Sehingga, proses penguncian kedua tidak lagi mengalami kelebihan konsumsi dalam penggunaan air.

Kemudian, Berdasarkan usulan perbaikan berupa permasalahan kategori *Emissions Waste* yaitu proses pelorodan pertama dan kedua menghasilkan emisi yang tinggi disebabkan karena faktor karena proses pembakaran kayu yang sulit dikendalikan. Mengingat bahwa penggunaan kayu sebagai bahan bakar berkontribusi pada peningkatan emisi gas rumah kaca dan polusi udara peneliti mengusulkan untuk pengadaan cerobong dan filter asap.

Selanjutnya, hasil matriks skala prioritas menunjukkan bahwa pemasangan kran otomatis merupakan usulan perbaikan yang paling layak untuk diimplementasikan terlebih dahulu pada IKM Batik Sungsang. Penetapan prioritas tersebut didasarkan pada beberapa

pertimbangan, yaitu biaya investasi yang relatif rendah, kemudahan pemasangan tanpa mengubah alur proses produksi, serta kemudahan dalam perawatan. Kondisi tersebut sangat sesuai dengan karakteristik UMKM yang memiliki keterbatasan sumber daya dan anggaran investasi.

Selain itu, pemasangan kran otomatis mampu memberikan dampak langsung terhadap pengurangan *water waste* dengan mengendalikan penggunaan air pada proses pencucian kain. Pengurangan pemborosan air diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya sekaligus mendukung penerapan konsep *Green Manufacturing* pada proses produksi batik tulis.

Di sisi lain, modifikasi tungku pembakaran tetap direkomendasikan sebagai usulan perbaikan berikutnya karena memiliki manfaat dalam mengurangi *emission waste* yang dihasilkan dari pembakaran kayu. Namun, implementasinya memerlukan investasi yang lebih besar, penyesuaian fasilitas produksi, serta pemeliharaan berkala terhadap sistem cerobong dan filter asap. Oleh karena itu, usulan tersebut lebih tepat diterapkan setelah perusahaan mampu mengalokasikan sumber daya yang diperlukan.

5.8 Analisis *Future State Environmental Value Stream Mapping*

Tabel 5. 1 Perubahan pada *Water Waste* dan *Emission Waste*

Faktor	Current VSM	Future VSM	Selisih penurunan	Persentase Penurunan
<i>Water Waste</i>				
<i>Water</i>	75	60	15	20%
<i>Emission</i>	31,41	9,01	22,4	71,3%

Setelah dilakukanya usulan perbaikan berdasarkan analisis *fishbone* dalam proses produksi batik pada proses produksi batik IKM Sungsang yang tervisualisasi pada *Future Environmental Value Stream Mapping* terdapat perubahan *Environmental Waste* yang terjadi yaitu pada *Water Waste* dan *Emission Waste*. *Water Waste* yang merupakan penggunaan air berlebih mengalami penurunan sebesar 15 dengan persentase 20% dari total penggunaan air yang sebelumnya proses batik tulis wahyu tumurun menggunakan air sebesar 75 Liter menjadi 60 Liter pada proses produksi wahyu tumurun. Kemudian terjadi perubahan pada *Emission Waste* yang divisualisasikan pada *Future Environmental Value Stream Mapping* yang sebelumnya pada proses pelorodan pertama dan pelorodan kedua

menghasilkan proses karbon dioksida berturut-turut 12,25 kg CO_2 dan 15,75 kg CO_2 , menjadi sebesar 2,45 kg CO_2 dan 3,15 kg CO_2 dengan penurunan sebesar 22,4 kg CO_2 persentase penurunan 71,3% dari keseluruhan emisi yang dihasilkan pada proses produksi batik tulis.

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. *Environmental Waste* yang terjadi pada IKM Batik Tulis Sungsang adalah *Water Waste* dan *Emission Waste*. *Water Waste* terjadi pada proses penguncian kedua. Permasalahan pada proses tersebut adalah konsumsi air secara berlebihan. Kemudian, *Emission Waste* terjadi pada produksi pelorodan pertama dan kedua terjadi dikarenakan proses pelorodan pertama dan kedua menghasilkan emisi yang tinggi.
2. Akar masalah konsumsi air secara berlebihan adalah air tumpah tumpah pada saat pengisian bak pengunci, pengisian air berdasarkan perkiraan, dan tidak terdapat fitur yang dapat menutup air secara otomatis. Kemudian, untuk akar masalah produksi emisi yang tinggi yaitu kayu bakar dalam kondisi basah, tidak stabil dalam pembakaran, penggunaan tungku bakar menyebabkan emisi yang besar, dan masih bergantung dengan kayu sebagai bahan bakar.
3. Usulan pada perbaikan konsumsi air secara berlebihan yang terfokuskan kepada akar permasalahan pengisian air berdasarkan perkiraan yaitu Pengadaan dan pemasangan Kran Otomatis. Kemudian, untuk usulan perbaikan produksi emisi yang tinggi yaitu pengadaan cerobong dan filter asap.
4. Perubahan *Waste* berdasarkan usulan perbaikan dari pengadaan dan pemasangan Kran otomatis berdampak terhadap penurunan konsumsi air yang dapat dikurangi sebesar 15 Liter dengan persentase 20% dari total penggunaan air. Kemudian, untuk perubahan *Waste* berdasarkan usulan perbaikan dari pengadaan cerobong dan filter aasap berdampak terhadap penurunan emisi yang berkurang sebesar 22,4 CO₂ dengan persentase penurunan sebesar 71,3%.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan kepada perusahaan diantaranya:

1. Menerapkan usulan perbaikan secara bertahap, terutama pada sistem pengisian air otomatis pada proses pencucian dan pemasangan alat penyaring asap pada proses pelorodan untuk mengurangi *Water Waste* dan *Emission Waste*.

2. Melakukan pemantauan dan evaluasi secara berkala terhadap penggunaan air, energi, dan emisi yang dihasilkan agar penerapan konsep *Green Manufacturing* dapat berjalan secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alavi, S., Siamaki, P., & Mirmohammadsadeghi, S. (2023). Providing a Green Value Stream Map to Improve Production Performance. *Green and Low-Carbon Economy*, 3(1), 68–77. <https://doi.org/10.47852/bonviewglce32021009>
- 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*. 11(2), 156–163.
- Azeez, K. A., & Mahdi, I. (2023). Value Stream Mapping within Green accounting: Opportunities and challenges. *Resmilitaris*, 13(November). <https://resmilitaris.net/menu-script/index.php/resmilitaris/article/view/1537>
- Dimiyati, A. F., & Singgih, M. L. (2020). Environmental Impact Evaluation Using Green Value Stream Mapping (Green-VSM) and Life Cycle Assessment (LCA). *Jurnal Teknik ITS*, 8(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v8i2.49344>
- 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
- Kawarizmi, H. F., & Suseno. (2024). Mereduksi Waste Pada Proses Produksi tahu di UMKM . XYZ Menggunakan Lean Manufacturing. *Jurnal Sains Student Research*, 2(4), 85–94.
- Krisnasari, D. D., & Vanany, I. (2023). Application for waste hotspots investigation in the frozen shrimp upstream supply chain using environmental value stream mapping (E-VSM). *E3S Web of Conferences*, 448. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344803044>
- Maulidin, I., Djatna, T., Firmansyah, M. A., & Nuraini, A. (2019). Analisis Dan Desain Sistem Minimalisasi Industrial Wastes. *Ulfa, S. N., & Widjaya, L. (2017). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kelengkapan Rekam Medis Rawat Inap Dengan Diagram Fishbone Di Rumah Sakit Pertamina Jaya Tahun 2017. Jurnal INOHIM*, 5(1), 39–44. Monoarfa, M. I., Hariyanto, Y., & Rasyid, A. (2021). *Analisis*, June. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33414.22089>
- Nic, P. T. (2022). *Green Value Stream Mapping : A Tool For Increasing Green Productivity (The Green Value Stream Mapping : A Tool For Increasing Green Productivity (The Case of PT. NIC)*. August. <https://doi.org/10.24167/jmbe.v4i1.4620>
- Nurwahidah, A., Mulyadi, M., & Nilda, N. (2022). Penerapan Lean and Green Value Stream Mapping Untuk Mengidentifikasi Waste Dan Dampak Lingkungan Pada Industri Manufaktur. *Arika*, 16(2), 64–71. <https://doi.org/10.30598/arika.2022.16.2.64>
- Pradana, S., Nienda, A. A., Sitanggang, S., Prima, B. H., Sihombing, G., & Depari, F. (2023). *Strategies to Maintain Water Resources for Sustainability in the Sumbagut Region Strategi Pertamina Regional Sumbagut dalam Menjaga Sumber Daya Air untuk Keberlanjutan*.
- Prasetyo, S. D., Yulawati, E., Adhi, I. T., & Surabaya, T. (2023). STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi) PENGUKURAN KINERJA OPERASIONAL PERUSAHAAN MEUBEL BERDASARKAN KONSEP GREEN MANUFACTURING UNTUK MEWUJUDKAN KEBERLANJUTAN PROSES. *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 8(1), 49–55.
- Pratiwi. (2020). *PENERAPAN LEAN MANUFACTURING UNTUK MEMINIMASI PEMBOROSAN (WASTE) DENGAN MENGGUNAKAN METODE VALUE STREAM MAPPING (VSM) PADA PT. X Yuni Pratiwi , Noveicalistus H. Djanggu , Pepy Angela*. 8–15.
- Prayugo, J., & Zhong, L. X. (2021). Green productivity: Waste reduction with green value stream mapping. A case study of leather production. *International Journal of Production*

- Management and Engineering*, 9(1), 11–16. <https://doi.org/10.4995/IJPME.2021.12254>
- Pujianto, T., Bunyamin, A., & Wafiyyah, S. (2022). Pengukuran kinerja green manufacturing pada industri tahu sumedang untuk meningkatkan kinerja terhadap lingkungan menggunakan GSCOR dan LCA. *Agrointek : Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 16(2), 221–233. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v16i2.10831>
- Rasshif, M. N., Wicaksono, A., & Hartini, S. (2023). Desain Sustainable Value Stream Mapping Untuk Evaluasi Kinerja Keberlanjutan Perusahaan Obat. *Jurnal Department Teknik Industri*, 1(2), 1–9.
- Satriyo, A. B., & Yuni, A. (2022). Analisis keandalan embung Selopamioro dalam memenuhi kebutuhan air baku dan irigasi daerah Imogiri Bantul. 27(02), 113–121.
- Sukendar, I., Mas'idah, E., & Prayuda, R. W. (2021). Penerapan Green Manufacturing pada IKM Dadi Mulyo. *Applied Industrial Engineering Journal*, 5(1), 30–34. <https://doi.org/10.33633/aiej.v5i1.5151>
- Sultan, F. A., Routroy, S., & Thakur, M. (2021). A simulation-based performance investigation of downstream operations in the Indian Surimi Supply Chain using environmental value stream mapping. *Journal of Cleaner Production*, 286, 125389. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125389>
- Suparno, S., & Susanto, A. S. (2021). Peningkatan Produktivitas Leaf Spring Jenis Minicup Tipe MMS 2230 dengan Mengurangi Pemborosan Proses Produksi Melalui Penerapan Metode Lean Manufacturing. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 10(1), 89–100. <https://doi.org/10.26593/jrsi.v10i1.3813.89-100>
- Wills, B. (2020). Green Intentions. In *Green Intentions*. <https://doi.org/10.4324/9780367806682>
- Yulianto, K., & Ismanto, S. D. (2024). Strategy for Improving Rice Agroindustry Production Processes Based on Green Value Stream Mapping. *Journal La Lifesci*, 5(6), 570–582. <https://doi.org/10.37899/journallalifesci.v5i6.1801>
- Zhu, X. Y., Zhang, H., & Jiang, Z. G. (2020). Application of green-modified value stream mapping to integrate and implement lean and green practices: A case study. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 33(7), 716–731. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2019.1667028>

LAMPIRAN

