PENERAPAN *GREEN LEAN MANUFACTURING* MENGGUNAKAN *ENVIROMENTAL VALUE STREAM MAPPING* PADA PROSES PEMBUATAN BATIK MOTIF WAHYU TUMURUN
(STUDI KASUS: IKM BATIK ABIMANYU KAMPUNG GIRILOYO)

TUGAS AKHIR

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

Nama : Fadhil Adyuta Prawesta
No. Mahasiswa : 20522062

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

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, 7 Januari 2025



(Fadhil Adyuta Prawesta)

20522062

SURAT BUKTI PENELITIAN

BATIK TULIS ABIMANYU
Jalan Imogiri Timur KM 14, Giriloyo, RT 006, Wukirsari, Imogiri, Bantul

SURAT KETERANGAN

Dengan ini IKM Batik Tulis Abimanyu menerangkan bahwa:

Nama	:	Fadhil Adyuta Prawesta
NIM	:	20522062
Jurusan	:	Teknik Industri
Fakultas	:	Fakultas Teknologi Industri
Universitas	:	Universitas Islam Indonesia

Yang bersangkutan di atas telah selesai melakukan penelitian guna keperluan penyusunan Laporan Tugas Akhir di IKM Batik Tulis Abimanyu. Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana semestinya.

Bantul, 25 November 2024
Ketua IKM Batik Tulis Abimanyu



Ibu Wartinah

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PENERAPAN METODE *GREEN MANUFACTURING* MENGGUNAKAN *ENVIROMENTAL VALUE STREAM MAPPING* PADA PROSES PEMBUATAN BATIK MOTIF WAHYU TUMURUN
(STUDI KASUS: IKM BATIK ABIMANYU KAMPUNG GIRILOYO)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Fadhil Adyuta Prawesta
No. Mahasiswa : 20522062

Yogyakarta, 9 Januari 2025

Dosen Pembimbing



(Wahyudhi Sutrisno, S.T., M.M.)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI
PENERAPAN METODE *GREEN MANUFACTURING* MENGGUNAKAN *ENVIROMENTAL VALUE STREAM MAPPING* PADA PROSES PEMBUATAN BATIK MOTIF WAHYU TUMURUN
(STUDI KASUS: IKM BATIK ABIMANYU KAMPUNG GIRILOYO)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Fadhil Adyuta Prawesta

No. Mahasiswa : 20522062

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

Yogyakarta, *14 Januari 2025*

Tim Penguji

Wahyudhi Sutrisno, S.T., M.M., M.T.	
Ketua	
Dr. Yuli Agusti Rochman, S.T., M.eng., IPU.	
Anggota I	
Dr. Ir. Dwi Handayani, S.T., M.Sc., IPU., ASEAN.Eng.	
Anggota II	

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

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

015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada 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 terima kasih kepada Bapak Dr. Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng. dan Bapak Wahyudhi Sutrisno, S.T., M.M., M.T. 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

"Jika seluruh rencana kita tidak terjadi seperti yang diharapkan, tersenyum dan ingatlah bahwa manusia mendesain dengan cita-cita, sedangkan Allah mendesain dengan cinta."

"Maka jangan sekali-kali membiarkan kehidupan dunia ini memperdaya kamu."
(Q.S Fatir:5)

"Yang terbaik dari ladang, pasti ada yang meradang."
K3bi-Allo

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur dari penulis atas kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan seluruh rahmat dan nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dan penyusunan Laporan di IKM Batik Abimanyu Kampung Giriloyo yang berjudul **"Penerapan *Green Lean Manufacturing* Menggunakan *Environmental Value Stream Mapping* Pada Proses Pembuatan Batik Motif Wahyu Tumurun (Studi Kasus: IKM Batik Abimanyu Kampung Giriloyo)"** 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. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo., M.T., IPU., ASEAN.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. 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. Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng., IPU. dan Bapak Wahyudhi Sutrisno, S.T., M.M., M.T. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing penulis.
4. Orang tua serta kakak penulis yang telah memberikan doa, semangat, moril, motivasi, dan restu selama menjalankan Tugas Akhir.
5. Ibu Wartinah selaku pemilik IKM Batik Abimanyu yang telah menerima pemelitian penulis untuk menjalankan Tugas Akhir.
6. Donny Rindansyah dan Raihan Dzulfikar selaku rekan kelompok saat mengerjakan Tugas Akhir.
7. Kepada seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan namanya yang telah memberikan pelajaran berharga selama mengiringi jalannya penulisan Tugas Akhir.

Penulis mengucapkan permohonan maaf karena penulis menyadari bahwa laporan 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, 7 Januari 2025



Fadhil Adyuta Prawesta
NIM 20522062

ABSTRAK

Dalam upaya mempertahankan warisan budaya di Indonesia, batik merupakan salah satu karya budaya warisan peninggalan nenek moyang dan memiliki nilai seni yang tinggi, dengan corak, serta tata warna yang khas milik suatu daerah yang menunjukkan identitas Bangsa Indonesia. Batik termasuk ke dalam warisan budaya dunia. Motif Wahyu Tumurun memiliki makna serta filosofi tertentu. Pola mahkota terbang yang menjadi motif utama menyimbolkan kemuliaan. Filosofinya menggambarkan pengharapan agar para pemakainya mendapatkan petunjuk, berkah, rahmat, dan anugrahyang berlipat dari Tuhan Yang Maha Kuasa. Pengharapn untuk mencapai cita-cita, kedudukan ataupun pangkat. Terlepas dari nilai estetika dan budaya yang tinggi, proses produksi batik tulis sering kali menghadapi berbagai tantangan, terutama dalam hal efisiensi dan pengurangan pemborosan (*waste*). Pembuatan batik yang masih dilakukan secara tradisional menggunakan peralatan yang sederhana ini ditengarai menimbulkan inefisiensi selama proses produksi seperti timbulnya pemborosan energi, bahan baku, tingginya inventory, jumlah konsumsi air yang besar dan jumlah pembuangan limbah yang berbahaya. Alat (*tools*) yang dapat dipakai dalam penerapan *lean manufacturing* untuk menganalisis adanya pemborosan (*waste*) saat proses produksi adalah *Value Stream Mapping* (VSM). Perpaduan VSM dengan pendekatan lingkungan akan menghasilkan perbaikan yang lebih baik. Metode Environmental Value Stream Mapping sama dengan metode value stream mapping pada umumnya hanya saja environmental value stream mapping berfokus pada pendekatan lingkungan, dengan menganalisa seluruh aliran proses produksi dan dampak lingkungan yang dihasilkan. Berdasarkan usulan perbaikan total penggunaan air turun menjadi 64 liter dengan persentase penurunan 18,99%. Serta penurunan total hasil beban emisi turun menjadi 25,37 kg CO2 dengan persentase 20,96%. Lalu penurunan limbah plastik hasil sisa produksi sebesar 100% karena plastik dapat didaur ulang dan lebih mudah terurai.
Kata Kunci: *Green Lean Manufacturing, Environmental Value Stream Mapping*, Batik.

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 4
1.3 Tujuan Penelitian 5
1.4 Manfaat Penelitian 5
1.5 Batasan Penelitian 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **7**
2.1 Kajian Literatur 7
2.2 Kajian Induktif 7
2.3 Kajian Deduktif 15
2.3.1 Konsep Lean Manufacturing 15
2.3.2 Konsep Green Manufacturing 16
2.3.3 Perbandingan antara Lean Manufacturing dan Green Manufacturing 16
2.3.4 Environment Waste 19
2.3.5 Environmental Value Stream Mapping (EVSM) 20
2.3.6 Process Activity Mapping (PAM) 20
2.3.7 Fishbone Diagram 21
2.3.8 Konsep 5W+1H 22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN **23**
3.1 Subjek Penelitian 23
3.2 Objek Penelitian 23
3.3 Jenis Data 23
3.3.1 Data Primer 23
3.3.2 Data Sekunder 24
3.4 Metode Pengumpulan Data 24
3.5 Metode Pengolahan Data 24
3.6 Pengolahan Data 25
3.6.1 *Current State Environmental Value Stream Mapping* (CSEVSM) 25
3.6.2 *Future State Environmental Value Stream Mapping* (FSEVSM) 25
3.7 Hasil dan Pembahasan 26
3.8 Rekomendasi Perbaikan 26
3.9 Kesimpulan dan Saran 26
3.10 Kerangka Penelitian 26

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA 30
4.1 Pengumpulan data 30
4.1.1 Profil Perusahaan 30
4.1.2 Proses Produksi 30
4.1.3 Aktivitas Produksi 32
4.1.4 Metode Perhitungan Emisi dari Produksi dan Konsumsi Energi 39
4.2 Pengolahan Data 41
4.2.1 Identifikasi *Waste* 41
4.2.2 Penggunaan Sumber Daya Tiap Aktivitas 61
4.2.3 Perhitungan Emisi pada *Current State Environmental Value Stream Mapping* 63
4.2.4 Current State Environmental Value Stream Mapping 65
4.2.5 Fishbone Diagram 66
4.2.6 Rencana Tindakan Perbaikan 5W+1H Berdasarkan *Fishbone Diagram* 69
4.2.7 Usulan Perbaikan 75
4.2.8 Future State Enviromental Value Stream Mapping 80
BAB V PEMBAHASAN 81
5.1 Analisis Identifikasi *Waste* 81
5.2 Analisis Penggunaan Sumber Daya Tiap Aktivitas 81
5.3 Analisis Perhitungan Emisi pada *Current State Enviromental Value Stream Mapping* 82
5.4 Analisis *Current State Enviromental Value Stream Mapping* 82
5.5 Analisis *Fishbone Diagram* 83
5.6 Analisis Rencana Perbaikan 5W+1H Berdasarkan *Fishbone Diagram* 84
5.7 Analisis Tindakan Perbaikan Berdasarkan 5W+1H 85
5.8 Analisis Usulan Perbaikan 86
5.9 Analisis *Future State Environmental Value Stream Mapping* 87
BAB VI PENUTUP 88
6.1 Kesimpulan 88
6.2 Saran 89
DAFTAR PUSTAKA 90
LAMPIRAN A-1

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kajian Induktif 12
Tabel 2. 2 Perbandingan antara konsep manufaktur *Lean* dan *Green* 17
Tabel 4. 1 Tabel Aktivitas Produksi 32
Tabel 4. 2 Jumlah Pekerja Pada Setiap Proses 39
Tabel 4. 3 Faktor Emisi Berdasarkan Jenis Bahan Bakar 40
Tabel 4. 4 Faktor Emisi Berdasarkan Jenis Bahan Bakar 40
Tabel 4. 5 Kesetaraan Kayu Bakar dengan Jenis Bahan Bakar Lainnya 40
Tabel 4. 6 Faktor Emisi Jaringan Ketenagalistrikan 40
Tabel 4. 7 Identifikasi *Waste* 41
Tabel 4. 8 Penggunaan Sumber Daya Tiap Aktivitas 61
Tabel 4. 9 Identifikasi *water waste* 68
Tabel 4. 10 Identifikasi *emission waste* 68
Tabel 4. 11 Identifikasi *garbage waste* 69
Tabel 4. 12 Rencana tindakan perbaikan pada *water waste* 70
Tabel 4. 13 Rencana tindakan perbaikan pada *garbage waste* 72
Tabel 4. 14 Tindakan perbaikan berdasarkan 5W+1H 73
Tabel 4. 15 persentase penurunan pada *water waste, emission waste,* dan *garbage waste* 87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 *Fishbone Diagram* 27
Gambar 3. 1 Alur Penelitian 27
Gambar 4. 1 *Current State Environmental Value Stream Mapping* 65
Gambar 4. 2 *Water Waste* 66
Gambar 4. 3 *Emission Waste* 67
Gambar 4. 4 *Garbage Waste* 67
Gambar 4. 5 Usulan Perbaikan *Water Waste* 76
Gambar 4. 6 Usulan perbaikan *emission waste* 77
Gambar 4. 7 Usulan Perbaikan *garbage waste* 78
Gambar 4. 8 *Future State Environmental Value Stream Mapping* 80

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam upaya mempertahankan warisan budaya di Indonesia, batik merupakan salah satu karya budaya warisan peninggalan nenek moyang dan memiliki nilai seni yang tinggi, dengan corak, serta tata warna yang khas milik suatu daerah yang menunjukkan identitas Bangsa Indonesia. Batik termasuk ke dalam warisan budaya dunia. Pada tanggal 2 Oktober 2009 UNESCO menerapkan Batik Indonesia sebagai Warisan Kemanusiaan untuk Budaya Lisan dan Non-Benda (*Masterpiece of the Oral and Intangible Heritage of Humanity*). Sehingga tanggal 2 Oktober diperingati sebagai Hari Batik Nasional sesuai dengan keputusan Presiden Nomor 33 Tahun 2009. Dari beberapa banyak jenis proses pembuatan batik salah satunya adala batik tulis.

Batik tulis adalah salah satu hasil dari produksi batik yang proses pembuatannya masih ditulis secara manual menggunakan tangan manusia dengan bantuan alat canting. Batik tulis disebut-sebut sebagai batik asli warisan turun-temurun nenek moyang Bangsa Indonesia karena proses pengerjaannya yang masih tradisional. Maka dari itu proses pembuatannya memerlukan waktu yang lebih lama dan tingkat kerumitannya lebih tinggi dibandingkan jenis batik cap atau batik printing sehingga harga lebih tinggi dan keunikannya berbeda dibanding batik lainnya. Perbedaan yang mendasar batik tulis dibanding batik lainnya ada pada polanya yang setiap titik, garis, lengkungan tidak sama persis karena di buat secara manual (Tajinan, 2022).

Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan salah satu kota yang eksis dengan batik tulisnya, bahkan pernah menyambang predikat sebagai kota batik dunia pada 18 Oktober 2014 dari *World Craft Council.* Terdapat berbagai industri kecil dan menengah (IKM) batik yang terdapat di Daerah Istimewa Yogyakarta salah satunya IKM Batik Abimanyu yang terletak di Kampung Batik Giriloyo, Desa Wukirsari, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Yogyakarta. IKM Batik Abimanyu memproduksi beberapa motif batik antaralain Motif Wahyu Tumurun, Truntum, Sigar Semongko, dan sebagainya.

Motif Wahyu Tumurun memiliki makna serta filosofi tertentu. Pola mahkota terbang yang menjadi motif utama menyimbolkan kemuliaan. Filosofinya menggambarkan pengharapan agar para pemakainya mendapatkan petunjuk, berkah, rahmat, dan anugrahyang berlipat dari Tuhan Yang Maha Kuasa. Pengharapn untuk mencapai cita-cita, kedudukan ataupun pangkat.

Terlepas dari nilai estetika dan budaya yang tinggi, proses produksi batik tulis sering kali menghadapi berbagai tantangan, terutama dalam hal efisiensi dan pengurangan pemborosan (*waste*). Pemborosan dalam proses produksi batik tulis dapat muncul dalam berbagai bentuk, seperti waktu yang terbuang, penggunaan bahan baku yang tidak efisien, serta tenaga kerja yang tidak dimanfaatkan secara optimal. Tantangan lainnya yaitu dengan meningkatnya jumlah produksi yang dihasilkan menyebabkan muncul beberapa permasalahan lingkungan hidup. Selama proses produksi limbah baik energi maupun material yang akan berakibat fatal untuk lingkungan ini seharusnya dapat memperhatikan aspek keamanan maupun dampak dari sisa limbah yang dihasilkan dan berupaya mengurangi limbah yang dihasilkan selama proses produksi (Singgih & Afida, 2008). Suatu industri dikatakan ramah lingkungan jika dapat mengurangi maupun menghilangkan *environmental waste*. *Environmental waste* meliputi air, energi, limbah, emisi, transportasi, material, keanekaragaman hayati (Deif, 2011). Pembuatan batik yang masih dilakukan secara tradisional menggunakan peralatan yang sederhana ini ditengarai menimbulkan inefisiensi selama proses produksi seperti timbulnya pemborosan energi, bahan baku, tingginya *inventory,* jumlah konsumsi air yang besar dan jumlah pembuangan limbah yang berbahaya (D, S, F, & S, 2013). Permasalahan tersebut ditemui pada IKM Batik Abimanyu yang berada di Yogyakarta. Seluruh proses produksi di IKM Batik Abimanyu masih menggunakan peralatan yang manual atau tradisional. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan di IKM Batik Abimanyu terdapat beberapa permasalahan yang masuk dalam kategori *environment waste.* Dalam proses pembuatan batik tulis pada IKM Batik Abimanyu masih perlu dilakukan pengkajian ulang mengenai dampak lingkungan yang dihasilkan dari proses produksi batik. Pengkajian ulang mengenai dampak lingkungan yang dihasilkan dari proses prouksi batik dapat meningkatkan kesadaran pengrajin dalam mengelola *environment waste* secara bertanggung jawab dan ramah lingkungan. Permasalahan yang ditemui pada IKM Batik Abimanyu antara lain, penggunaan air yang berlebihan pada proses pencucian kain yang di mana pada saat pengisian bak pencucian kain banyak air yang terbuang karena saat bak penuh kran air tidak langsung dimatikan sehingga banyak air yang meluap. Selain itu permasalahan pada bagian emisi yang dimana proses pelorodan masih menggunakan tungku tradisional dengan bahan bakar kayu, proses tersebut menghasilkan polusi dan beban emisi yang tinggi. IKM Batik Abimanyu juga memiliki tantangan dalam mengelola limbah sisa hasil produksi yaitu limbah plastik pada aktivitas *packing* menggunakan bahan plastik yang susah terurai jenis *Low Density Polyethylene*. IKM

Batik Abimanyu juga menggunakan bahan kimia seperti indigosol, HCL, naptol dalam proses pewarnaannya. Bahan pewarna kimia pada batik tergolong tidak ramah lingkungan apabila dibuang ditanah atau sungai sehingga bisa merusah ekosistem yang ada. Efek lainnya yang bisa muncul yaitu risiko terkena kanker kulit karena bersinggungan langsung dengan pewarna kimia (Muhammad Arif Jati Purnomo & Agung Cahyana, 2020).

Berdasarkan permasalahan tersebut diketahui bahwa adanya perbedaan antara kondisi aktual dengan kondisi yang diharapkan dan terdapat *environmental waste* pada IKM Batik Abimanyu. Kondisi ini dapat meningkatkan biaya produksi dan mengurangi kualitas produk akhir. Untuk mengatasi masalah ini, pendekatan *Green Lean Manufacturing* dapat diterapkan. *Lean Manufacturing* adalah sebuah pendekatan sistematis yang berfokus pada penghapusan kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah dan meningkatkan efisiensi serta produktivitas proses produksi (James P. Womack, 2007).

Alat (*tools)* yang dapat dipakai dalam penerapan *lean manufacturing* untuk menganalisis adanya pemborosan (*waste*) saat proses produksi adalah *Value Stream Mapping* (VSM) (Fernando & Noya, 2014). *Value Stream Mapping* (VSM) merupakan *tools* yang menggambarkan keseluruhan proses dalam perusahaan. VSM ini bertujuan untuk membantu berjalannya aliran material dan informasi dengan tidak adanya gangguan sehingga produktivitas dan daya saing antar kompetitor dapat meningkat serta membantu mengimplementasikan sistem (Womack, Jones, & Roos, he Machine That Changed the World, 1991). Dengan mengetahui gambaran aliran produksi dari awal hingga produk sampai ke konsumen melalui *value stream mapping* maka dapat membantu menemukan *waste* yang ada dalam proses produksi. Identifikasi pada *Environmental Waste* juga perlu dilakukan untuk dapat menjadi industri yang ramah terhadap lingkungan. Dengan begitu diperlukan penelitian yang dapat menggabungkan keduanya.

Perpaduan VSM dengan pendekatan lingkungan akan menghasilkan perbaikan yang lebih baik. Metode *Environmental Value Stream Mapping* sama dengan metode *value stream mapping* pada umumnya hanya saja *environmental value stream mapping* berfokus pada pendekatan lingkungan, dengan menganalisa seluruh aliran proses produksi dan dampak lingkungan yang dihasilkan (Wills B. , 2009). EVSM menghubungkan *7 waste* yang ada dengan dampaknya terhadap lingkungan. Penggunaan EVSM di industri manufaktur dapat memaksimalkan dan meningkatkan keuntungan dalam bidang ekonomi, lingkungan, dan sosial

yang merupakan aspek dari *sustainability* yang mengatasi isu lingkungan (Hidayatno & Floria, 2012).

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang ada dapat diketahui rumusan masalah sebagai berikut, Berbagai tantangan yang sering dihadapi saat proses produksi batik terutama dalam hal yang berkaitan dengan dampak lingkungan dan pengurangan *environmental waste*. Beberapa upaya mitigasi telah dilakukan IKM Batik Abimanyu untuk mengurangi dampak lingkungan dari proses produksinya, terutama dengan mengganti beberapa kompor tradisionalnya menjadi kompor listrik yang di mana kompor Listrik menghasilkan beban emisi lebih kecil dibandingkan dengan kompor minyak tanah dan energi yang dibutuhkan lebih kecil sehingga lebih efisien dalam pembelian bahan bakar atau sumber energi. Pembuatan sumur resapan di sekitar bak pencucian kain, pelorodan, dan pewarnaan berfungsi untuk mengelola limbah dari sisa hasil produksi pembuatan batik agar tidak merusak lingkungan yang ada disekitarnya. Namun, IKM Batik Abimanyu masi harus menghadapi beberapa permasalahan dalam mengelola *environmental waste* lainnya.

Permasalahan seperti penggunaan air secara berlebihan, tingginya beban emisi yang dihasilkan pada proses produksi batik, dan pemilihan bahan baku plastik yang susah terurai belum sepenuhnya dapat terminimalisasi. Pada proses produksi pada IKM Batik Abimanyu, penggunaan air yang berlebihan dapat berdampak pada penurunan ketersediaan sumber daya alam. Selain itu, penggunaan tungku kayu bakar menghasilkan beban emisi yang tinggi dan dapat berdampak buruk pada pencemaran lingkungan sekitar. Dan pemilihan bahan plastik pada *packing* memiliki sifat susah terurai dan berdampak pada penumbukan limbah plastik yang dapat berdampak pada pencemaran lingkungan untuk jangka panjang. Berdasarkan penjelasan diatas dibawah ini merupakan rumusan masalah pada penelitian ini:

1. Apa *environment waste* yang terjadi pada IKM Batik Abimanyu?
2. Apa penyebab dari terjadinya *environment waste* pada IKM Batik Abimanyu?
3. Apa usulan yang diberikan pada IKM Batik Abimanyu?
4. Apa perubahan yang terjadi setelah dilakukan usulan perbaikan pada *environment waste* yang ada pada IKM Batik Abimanyu?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengidentifikasi *environment waste* yang terjadi pada IKM Batik Abimanyu
2. Untuk mengetahui penyebab terjadinya *environment waste* pada IKM Batik Abimanyu
3. Untuk memberikan usulan perbaikan dan meminimalisir terjadinya *environment waste* pada IKM Batik Abimanyu
4. Untuk mengetahui perubahan nilai *waste water*, *emission*, dan *garbage* yang terjadi setelah dilakukan usulan perbaikan pada *environment waste* di IKM Batik Abimanyu

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan didapatkan oleh beberapa pihak yang bersangkutan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi peneliti

   Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini bagi peneliti sendiri adalah diharapkan dapat memperkaya terkait wawasan dan juga pengetahuan mengenai metode yang digunakan dan juga diharapkan dapat menerapkan keilmuan Teknik Industri yang telah dipelajari selama perkuliahan.
2. Bagi Perusahaan

   Manfaat penelitian yang dilakukan adalah membantu perusahaan dengan membuat *Future State Environmental Value Stream Mapping* dan memberikan rekomendasi untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan *environmental waste* sepanjang proses produksi di IKM Batik Abimanyu.
3. Bagi Pembaca

   Manfaat yang didapatkan dari hasil penelitian ini bagi pembaca adalah dapat dijadikannya hasil laporan ini menjadi referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya pada subjek dan objek yang berbeda.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan penelitian yang telah ditetapkan adalah sebagai berikut:

1. Lingkup yang dikaji adalah *input* dan *output* pada setiap produksi pada IKM Batik Abimanyu Kampung Giriloyo.
2. Motif batik yang digunakan yaitu motif batik wahyu tumurun.

3. Penelitian ini hanya sampai tahap perancangan *future state environmental value stream mapping* dan tidak sampai pada tahap implementasi.
4. Usulan perbaikan yang diberikan tidak berhubungan dengan faktor ekonomi IKM Batik Abimanyu.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Kajian literatur memberikan penjelasan tentang penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjaga kredibilitas peneliti, yang telah menggunakan literatur yang telah dikumpulkan selama lima tahun terakhir dari jurnal, proseding, seminar, majalah, dan sumber lainnya. Dengan melakukan penelitian ini, peneliti dapat mengetahui perkembangan penelitian saat ini, kemajuan metode, batasan, dan kekurangan, serta posisi penelitian yang akan dilakukan untuk menilai dan meningkatkan penelitian sebelumnya.

2.2 Kajian Induktif

Kajian induktif berisikan jurnal terdahulu yang memaparkan penjelasan secara singkat mengenai penelitian-penelitian yang telah dilakukan untuk menjadi tolak ukur dalam penyelesaian masalah.

Pada penelitian yang berjudul **"Tingkat *Green Manufacturing* pada UKM Batik Pewarna Alam Ii Gemawang, Ambarawa"** yang ditulis (Yunanto, 2019) UKM Batik Pewarna Alam di Gemawang Ambarawa ini termasuk dalam tingkat *Green Manufacturing* kategori *"Advanced"*. Hasil temuan menunjukkan ada 13 indikator yang dinilai *Green* dari total 18 indikator yang ada. Terdapat kekuranngan yang ditemukan pada UKM Batik Pewarna Alam meliputi penggunaan energi yang berlebihan, penggunaan air yang berlebihan, intensitas gas rumah kaca dan pencemaran udara yang buruk. Dari hasil analisis direkomendasikan untuk memperbaiki kekurangan yang sudah ditemukan dengan cara menerapkan teknologi yang dapat menciptakan energi listrik dan gas sendiri, serta menggunakan canting dan kompor elektrik.

Pada penelitian yang berjudul ***"The Implementation of Green Manufacture in Traditional Batik SME to Reduce Waste of Raw Materials and Waste Water"*** yang ditulis (Riyanto, Siswadi, & Mardiana, 2018) Hasil dari identifikasi akar penyebab permasalahan yang berujung pada pemborosan bahan baku, sumber daya, dan energi serta limbah yang membebani kinerja lingkungan. Usulan perbaikan yang tersedia bagi tim Manufaktur Ramah Lingkungan untuk memutuskan dan memilihnya lalu diimplementasikan. Setelah diketahui akar masalah dan penyebabnya, langkah selanjutnya adalah menentukan tujuan dan sasaran

yang ingin dicapai oleh UKM. Terakhir, untuk penelitian lebih lanjut, kami fokus pada menghasilkan, memilih, menerapkan, dan mengevaluasi alternatif terhadap Manufaktur Ramah Lingkungan. Langkah ini krusial dan memerlukan kreativitas tinggi untuk menemukan metode yang mungkin dan tepat guna meningkatkan produktivitas ramah lingkungan bagi UKM batik tradisional.

Pada penelitian yang berjudul ***"The Implementation Lean and Green Manufacture through Sustainable Value Stream Mapping"*** yang ditulis (Ikatrinasari, Hasibuan, & Kosasih, 2018) Berdasarkan *Sustainable VSM*, *Lead Time* proses *Stamping* adalah 1742,5 menit. Kegiatan yang mempunyai nilai tambah sebanyak235,5 menit atau 13% dan kegiatan yang tidak mempunyai nilai tambah sebanyak 1.507 menit. Energi yang dibutuhkan untuk *Stamping* sebesar 43.695,3 kwh yang yang masing-masing 17.476,9 kwh proses *Stamping* dan 26.218,4 kwh untuk lain-lain seperti transportasidan *material handling*. *Sustainable VSM* di masa depan menunjukkan bahwa *Lead Time* meningkat sebanyak 15% menjadi 1.477,5 menit. Terdapat rekomendasi perbaikan untuk menurunkan *Lead time* adalah menggunakan SMED yang diperoleh dari proses eksternal dan proses internal. Proses eksternal dilakukan pada saat mesin sedang bekerja. Pekomendasi untuk mengurangi pemborosan energi adalah dengan mengganti komponen lampu Tlmenjadi lampu LED, pengatur AC dan pengatur aliranudara untuk kondensor.

Pada penelitian yang berjudul ***"Lean vs Green Manufacturing: Similarities and Differences"*** yang ditulis (Johansson & Winroth, 2019) Perbandingan antara *Lean* dan *Green Manufacturing* menunjukkan bahwa keduanya saling melengkapi dan mendorong produktivitas sumber daya. Keduanya menekankan pengurangan limbah dan perubahan budaya. Meskipun serupa dalam beberapa aspek, perbedaan fokus dapat menyebabkan konflik dan situasi *Trade-off* yang perlu dikelola dengan hati-hati. Studi lebih lanjut dibutuhkan untuk memperluas teori manufaktur dan meningkatkan praktik industri.

Pada penelitian yang berjudul ***"A Review on Green Manufacturing: It's Important, Methodology and It's Application"*** yang ditulis (I.D.Paul, G.P.Bhole, & J.R.Chaudhari, 2014) Makalah ini memberikan survei tentang manufaktur ramah lingkungan, apa itu manufaktur ramah lingkungan, mengapa hal itu diperlukan, dan metode manufaktur ramah lingkungan yang dapat mengurangi limbah dan bahkan polusi. Makalah ini fokus pada desain ramah lingkungan untuk lingkungan sistem manufaktur ramah lingkungan, konservasi energi, dan pengembangan produk dengan limbah yang lebih sedikit. Makalah ini juga menyoroti

penggunaan manufaktur ramah lingkungan untuk membentuk produk yang berkelanjutan dan menggunakan kembali produk tersebut, dengan siklus hidup yang lebih pendek. Kami juga mencoba berdiskusi tentang akuntansi ramah lingkungan dan manajemen rantai pasokan ramah lingkungan. Tujuan utama dari manufaktur ramah lingkungan adalah untuk menyelamatkan lingkungan dan mengurangi biaya produk.

Pada penelitian yang berjudul ***"Productivity Analysis of Crude Palm Oil CPO in PT Ramajaya Pramukti using VSM Approach"*** yang ditulis oleh (Pratama & Susilawati, 2021) PT. Ramajaya Pramukti menggunakan metode *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Process Activity Mapping* (PAM) untuk meningkatkan produktivitas pemrosesan minyak kelapa sawit mentah (CPO). Hasil awal menunjukkan produktivitas CPO rata-rata 73,67%. Analisis *Future* VSM menemukan peningkatan waktu pemrosesan dari 1,981 detik/kg menjadi 1,963 detik/kg, dengan nilai tambah 1,525 detik/kg, nilai tambah non-perlu 0,012 detik/kg, dan nilai tambah non-perlu 0,383 detik/kg. Hasil dari analisis menemukan faktor utama terbesar dari pemborosan waktu yang lebih lama dikarenakan bahan baku tandan buah segar yang buruk. Peneliti mencapai kesimpulan bahwa VSM dapat digunakan secara efektif untuk menganalisis kinerja pemrosesan CPO dan menemukan area yang perlu diperbaiki dengan FVSM.

Pada penelitian yang berjudul ***"Waste Identification on Writing Batik Production Process using Lean Manufacturing Approavh with Value Stream Mapping Method (case study:* Batik Tulis Giriloyo*)"*** yang ditulis oleh (Hutami, Sudiarso, & Herliansyah, 2021) Pendekatan *Lean Manufacturing* digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan pada UKM Batik Tulis di Giriloyo bertujuan untuk meningkatkan produktivitas pada produksi batik tulis. *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Seven Waste* digunakan untuk menunjang *Lean Manufacturing* guna memperbaiki lini proses produksi. Hasil awal yang diperoleh dari proses produksi batik membutuhkan waktu 43,3 jam (155.966 detik) menjadi 27,4 jam (98.750 detik) yang artinya terdapat reduksi waktu sebanyak 15,9 jam (57.240 detik).

Pada penelitian yang berjudul **"Penerapan *Lean Manufacturing* untuk Mengidentifikasi *Waste* pada Proses Produksi Kain *Knitting* PT.XYZ"** yang ditulis oleh (Lestari & Susandi, 2019) PT.XYZ menerapkan *Lean Manufacturing* untuk mengidentifikasi *waste* pada proses produksi kaik *knitting* mengenai pemborosan perusahaan textile dengan produk kain setengah jadi dengan *Value Stream Mapping* (VSM) dan *fishbone diagram* sebagai *tools.* Kesimpulannya yaitu peneliti dapat memberikan usulan perbaikan berupa penerapan 5s, melakukan mperbaikan mesin secara berkala, mendirikan ruang khusus dengan

suhu rendah yang cocok untuk produksi kain *knitting*, meningkatkan kemampuan operator, dan menyemprotkan air pada mesin panas vakum selama proses pendinginan.

Pada penelitian yang berjudul **"Penerapan *Lean Manufacturing* dengan Metode VSM dan FMEA untuk Pemborosan Produksi Sarden"** yang ditulis oleh (Armyanto, jumhariyanto, & Mulyadi, 2020) Terjadi pemborosan pada proses produksi ikan sarden pada CV.X. pemborosan terjadi karena toleransi pada perusahaan sebesar 10%. Kemudian terdapat waktu tunggu yang berlebihan seperti menunggu proses pendinginan selama 68.400 detik (19 jam), penyimpanan persediaan berlebihan, proses produksi berlebihan, kegiatan pekerja yang tidak perlu, dan produk cacat (*defect)*. Beberapa faktor penyebab timbulnya pemborosan antara lain kurangnya mesin pencuci produk, sirkulasi udara kurang baik, media pendingin dengan udara tanpa alat bantu, terdapat bakteri dalam produk, dan kualitas bahan baku yang buruk. Rekomendasi dari hasil analisis VSM dan FMEA adalah menambahkan mesin pencuci produk, memastikan suhu media saus dalam kondisi panas saat penuangan serta membersihkan alat produksi setelah selesai digunakan.

Pada penelitian yang berjudul **"Implementasi *Lean and Green Manufacturing* guna menuangkan *Sustainability* pada PT. Sekar Lima Pratama"** yang ditulis oleh (Prabowo & Suryanto, 2019)PT. Sekar Lima Pratama merupakan prusahaan yang bergerak dibidang *textile* khususnya bagian *finishing* produk kain katun. Terdapat *waste* yang ditemukan pada proses *finishing* kain katun dan proses produksinya menghasilkan limbah yang dirasa dapat mencemari lingkungan. Dari analisis ditemukan *waste* terbesar akibat dari *delay* dan *defect*. Hasil dari tabel VALSAT diketahui bahwa *Mapping Tools* tertinggi pada *Process Activity Mapping* dengan skor 47,625. Sedangkan usulan perbaikan berdasarkan konsep *Green Manufacturing* yaitu meningkatkan level perusahaan menjadi *Recycling* dan *Reuse Materials.* Memanfaatkan kembali limbah kondensasi sebagai umpan broiler, menggunakan kembali sisa air pendingin untuk proses peluruhan kanji, dan melakukan rekayasa teknik untuk komponen mesin yang masi dapat digunakan.

Pada penelitian yang berjudul ***"Using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Method on* CV. Valasindo Sentra Usaha"** yang ditulis oleh (Suhardi, Hastuti, Jauhari, & Laksono, 2021) setelah dilakukan pendekatan *Lean Manufacturing* dihasilkan reduksi *Lead Time* sebanyak 4,79%. Urutan penggunaan *Lean Manufacturing* yaitu menggambarkan kondisi eksisting dengan *Current State VSM,* lalu menggunakan metode borda sebagai penilaian tingat pemborosan yang terjadi pada proses produksi, setelah itu

dilakukan perbaikan dengan teknik 5W+1H dan prinsip ECRS dan *Kaizen* serta pertimbangan beban kerja operator dengan penyusunan *Future State VSM.*

Pada penelitian yang berjudul ***"Productivity Improvement Using Simulated Value Stream Mapping: A Case Study of the Truck Manufacturing Industry"*** yang ditulis oleh (Poswa, Adenuga, & Mpofu, 2022) Pemetaan aliran milai menunjukkan VSM tradisional tidak dapat mengidentifikasi semua proses yang tidak memberikan nila tambah karena sifatnya statis. *Simulated VSM* memberikan visualisasi lebih baik terhadap dinamika produksi, memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih baik sebelum implementasi perbaikan. Temian menyoroti stasiun dengan siklus waktu pendak sebagai penyebab kemacatan, dengan saran untuk stasiun subperakitan untuk meminimalkan gangguan produksi. Selain itu, studi menunjukkan perlunya perbaikan terus-menerus untuk mengurangi waktu siklus dan menungkatkan produktivitas secara kompetitif.

Pada penelitian yang berjudul ***"Application of Lean Manufacturing Using Value Stream Mapping (VSM) in Precast Component Manufacturing: a case study"*** yang ditulis oleh (Sirajudeen & Krishnan, 2022) Pendekatan *Lean Manufacturing* dengan metode VSM menghasilkan penurunan waktu tunggu yang awalnya 1102 menit menjadi 739 menit dan meningkatkan jumlah produksi yang awalnya 33 unit per hari menjadi 40 unit per hari. Selain itu peningkatan efisiensi dan efektifitas masing-masing 49% dan 21,2%.

Pada penelitian yang berjudul ***"Implementation of Lean Manufacturing and Waste Minimization to Overcome Delay in Metering Regulating System Fabrication Process using Value Stream Mapping and VALSAT Method Approach (case study: Company YS)"*** yang ditulis oleh (Kholila, Sa'diyah, Suparnoa, & Hasan, 2021) Terdapat *waste* yang ditemukan pada *Company YS* yaitu proses pengiriman MRS mengalami keterlambatan 46% atau terlambat 50 hari dari yang sudah dijadwalkan. Hasil dari analisi menggunakan metode VSM, VALSAT, *Fishbone Diagram,* dan *7 tools* diperoleh keberhasilan dalam mereduksi *Lead Time* menjadi 41.822,60 menit atau 99 hari kerja sehingga prosesnya dapat selesai lebih cepat dari yang sudah dijadwalkan dalam waktu 3 hari.

Pada penelitian yang berjudul **"Perencanaan *Lean Manufacturing* untuk Mengurangi Pemborosan menggunakan Metode *Value Stream Mapping* di PT. Y Indonesia"** yang ditulis oleh (Aisyah, 2020) PT. Y Indonesia merupakan peruahaan yang bergerak dibidang otomotif, memiliki produk berupa *Spark iatau busi dan Plug Cap* dengan berbagai tipe atau jenis kemasan sesuai keinginan konsumen yang melakukan order. PT. Y

Indonesia memiliki kendala pada produktivitas prouksi yang sangat rendah sehingga menimbulkan *overtime,* ditemukan *delay* sebesar 86% pada aktivitas waktu tunggu pada proses pemeriksaan kebocoran *Plug Cap*, pada mesin *BG-Test*, dan pemberian kode saat proses *Laser Marking*. Hasil dari analisis FMEA menunjukkan penyebab terbesar *delay* adalah kurangnya pengawasan dari pimpinan sehingga pekerja melakukan aktivitas pekerjaan dengan santai dan sistem penjadwalan tidak pasti.

Tabel 2. 1 Kajian Induktif

No	Penulis	Judul	Metode yang digunakan			
			Lean Manufacturing, Green Manufacturing	**VALVAT**	**VSM / EVSM**	**PAM**
1.	(Yunanto, 2019)	Tingkat *Green Manufacturing* pada UKM Batik Pewarna Alam Ii Gemawang, Ambarawa	√		√	
2.	(Riyanto, Siswadi, & Mardiana, 2018)	*The Implementation of Green Manufacture in Traditional Batik SME to Reduce Waste of Raw Materials and Waste Water*	√			
3.	(Ikatrinasari, Hasibuan, & Kosasih, 2018)	*The Implementation Lean and Green Manufacture through Sustainable Value Stream Mapping*	√		√	
4.	(Johansson & Winroth, 2019)	*Lean vs Green Manufacturing: Similarities and Differences*	√			
5.	(I.D.Paul, G.P.Bhole, &	*A Review on Green Manufacturing: It's*	√			

No	Penulis	Judul	Metode yang digunakan			
			Lean Manufacturing, Green Manufacturing	**VALVAT**	**VSM / EVSM**	**PAM**
	J.R.Chaudhari, 2014)	*Important, Methodology and It's Application*				
6.	(Pratama & Susilawati, 2021)	*Productivity Analysis of Crude Palm Oil CPO in PT Ramajaya Pramukti using VSM Approach*			√	√
7.	(Hutami, Sudiarso, & Herliansyah, 2021)	*Waste Identification on Writing Batik Production Process using Lean Manufacturing Approavh with Value Stream Mapping Method (case study:* Batik Tulis Giriloyo*)*			√	√
8.	(Lestari & Susandi, 2019)	Penerapan *Lean Manufacturing* untuk Mengidentifikasi *Waste* pada Proses Produksi Kain *Knitting* PT.XYZ				√
9.	(Armyanto, jumhariyanto, & Mulyadi, 2020)	Penerapan *Lean Manufacturing* dengan Metode VSM dan FMEA untuk Pemborosan Produksi Sarden			√	
10.	(Prabowo & Suryanto, 2019)	Implementasi *Lean and Green Manufacturing* guna menuangkan	√	√	√	

No	Penulis	Judul	Metode yang digunakan			
			Lean Manufacturing, Green Manufacturing	**VALVAT**	**VSM / EVSM**	**PAM**
		Sustainability pada PT. Sekar Lima Pratama				
11.	(Suhardi, Hastuti, Jauhari, & Laksono, 2021)	*Using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Method on* CV. Valasindo Sentra Usaha			√	
12.	(Poswa, Adenuga, & Mpofu, 2022)	*Productivity Improvement Using Simulated Value Stream Mapping: A Case Study of the Truck Manufacturing Industry*			√	
13.	(Sirajudeen & Krishnan, 2022)	*Application of Lean Manufacturing Using Value Stream Mapping (VSM) in Precast Component Manufacturing: a case study*			√	√
14.	(Kholila, Sa'diyah, Suparnoa, & Hasan, 2021)	*Implementation of Lean Manufacturing and Waste Minimization to Overcome Delay in Metering Regulating System Fabrication Process using Value Stream Mapping and VALSAT Method*		√	√	√

No	Penulis	Judul	Metode yang digunakan			
			Lean Manufacturing, Green Manufacturing	**VALVAT**	**VSM / EVSM**	**PAM**
		Approach (case study: Company YS)"				
15.	(Aisyah, 2020)	Perencanaan *Lean Manufacturing* untuk Mengurangi Pemborosan menggunakan Metode *Value Stream Mapping* di PT. Y Indonesia			√	

2.3 Kajian Deduktif

Kajian deduktif ini digunakan dalam pengumpulan teori-teori yang berkaitan dengan penelitian untuk menjadi dasar acuan dalam menyelesaikan masalah.

Terdapat perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yang mana penelitian ini menggunakan pendekatan *Lean Manufacturing* yang berfungsi mengeliminasi atau meminimasi adanya pemborosan (*waste)* pada proses produksi Batik motif Wahyu Tumurun di IKM Batik Abimanyu Kampung Giriloyo yang memadukan antara *Enviromental* dan *Value Stream Mapping* sehingga menjadi *Enviromental Value Stream Mapping (EVSM)* yang mana tidak hanya melihat dari sisi pemborosan tradisional yang ada namun juga meihat dari sisi lingkungan.

2.3.1 Konsep Lean Manufacturing

Sebuah metode optimal untuk memproduksi barang melalui peniadaan pemborosan (*waste)* dan penerapan aliran (*flow)*, sebagai ganti antrian dan *batch* disebut *Lean Manufacturing. Lean Manufacturing* merupakan filosofi manajemen yang berasal dari *Toyota Production System (TPS)*, yang terkenal karena menitikberatkan pada peniadaan *Seven Waste* dengan tujuan peningkatan kepuasan konsumen secara keseluruhan (Liker & Jeffrey, 2004).

(Gaspersz V. , 2007) menyatakan terdapat 5 prinsip dalam *lean manufacturing*:

1. Mengidentifikasi nilai produk berdasarkan perspektif pelanggan, dimana pelanggan menginginkan produk berkualitas superior, dengan harga yang kompetitif dan penyerahan yang tepat waktu.
2. Mengidentifikasi *value stream mapping* (pemetaan proses pada *value stream*) untuk setiap produk. (Catatan: kebanyakan manajemen perusahaan industri di Indonesia hanya melakukan pemetaan proses bisnis atau proses kerja, bukan melakukan pemetaan proses produk. Hal ini berbeda dengan pendekatan *lean manufacturing*.)
3. Menghilangkan pemborosan yang tidak bernilai tambah (*non-value added activity*) dari semua aktivitas sepanjang proses *value stream* itu.
4. Mengorganisasikan material, informasi, dan produk itu mengalir secara lancar dan efisien sepanjang proses *value stream* menggunakan sistem tarik (*pull system*).
5. Terus menerus mencari berbagai teknik dan alat peningkatan (*improvement tools and techniques*) untuk mencapai keunggulan dan peningkatan terus- menerus.

2.3.2 Konsep Green Manufacturing

Green Manufacturing merupakan suatu proses produksi yang menggunakan input dengan dampak lingkungan yang relatif rendah, sangat efisien, dan menghasilkan sedikit bahkan tidak ada limbah atau polusi (Atlas & Florida, 1998).

OECD (*The Organization for Economic Co-operation and Development*) merupakan sebuah organisasi yang membahas tentang konsep *Green Manufacturing*. Menurut OECD terdapat beberapa tingkatan dalam konsep *Green Manufacturing*, yaitu tingkat *beginner, intermediate,* atau sudah *advanced*. Terdapat 18 indikator yang dikemukakan oleh (OECD, 2024) untuk menentukan seberapa jauh tingkatan *Green Manufacturing*.

2.3.3 Perbandingan antara Lean Manufacturing dan Green Manufacturing

Dalam prakteknya *Lean* dan *Green* bersifat saling melengkapi. Terdapat kesamaan antara *lean* dan *green* yaitu sama-sama mereduksi *waste,* orang, *lead time*, organisasi, dan rantai pasok. Namun *green* berfokus pada penghilangan atau pengurangan limbah lingkungan (Dües, Tan, & Lim, 2013).

O'Brien (1999) menyatakan "*organizations must be lean and as well as clean*", artinya paradigma sebelumnya seperti *Lean,* kualitas, dan efisiensi harus digabungkan dan disempurnakan agar dapat mencapai produksi yang bersih dan berkelanjutan. (Sharma & Kodali, 2008) menambahkkan bahwa kerangka kerja untuk keunggulan manufaktur

memerlukan konsep *Lean and Green Manufacturing* sebagai pilarnya. Namun hubungan antara keduanya konsep tersebut harus dipahami dengan baik terlebih dahulu.

Tabel 2. 2 Perbandingan antara konsep manufaktur *Lean* dan *Green*

Aspek	***Lean Manufacturing***	***Green Manufacturing***
Focus of the concept	Berfokus pada peningkatan daya saing melalui penciptaan nilai bagi pelanggan. Kualitas, minimalisasi/penghapusan limbah, dan waktu pengiriman merupakan permasalahan utama.	Berfokus pada integrasi perbaikan lingkungan dari proses dan produk industri. Pengurangan atau pencegahan pencemaran udara, air, dan tanah; pengurangan sampah pada sumbernya; dan meminimalisasi risiko terhadap manusia dan makhluk lain menjadi permasalahan utama.
Basic Principles of the concept	Mencakup sejumlah prinsip yang terkit dengan empat kategori: filosofi (pemikiran jangka panjang), proses (penghapusan pemborosan), manusia dan mitra (penghormatan, tantangan, perkembangan), dan pemecahan masalah (perbaikan dan pembelajaran berkelanjutan	Mencakup prinsip-prinsip yang terutama berkaitan dengan pencegahan polusi, pengurangan penggunaan zat beracun, dan desain untuk lingkungan.
Product and/or process focus	Fokus utama pada proses, namun pengaruh produk terhadap kinerja proses	Fokus utama pada proses dan produk.

Aspek	*Lean Manufacturing*	*Green Manufacturing*
	sangat diakui. Pengembangan produk lean merupakan pandangan yang saling melengkapi dalam peerusahaan *lean*.	
Methods/tools	Berbagai *tools* digunakan untuk perbaikan proses	Berbagai *tools* digunakan untuk meningkatkan kinerja lingungan dari proses dan produk.
Employee involvement	Keterlibatan pekerja adalah kunci untuk mencapai perbaikan dan pembelajaran berkelanjutan	Keterlibatan pekerja adalah kunci dalam menerapkan Langkah-langkah untuk meningkatkan kinerja lingkungan baik proses maupun produk.
Supply chain involvement	Fokus dan keterlibatan pelanggan serta kerja sama yang erat dengan pemasok adalah hal terpenting.	Keterlibatan pemasok sangat penting karena berbagi dan mengintegrasikan ide-ide untuk perbaikan lingkungan melintasi batas-batas organisasi akan mendukung pencapaian kinerja lingkungan yang tinggi di bidang manufaktur.

2.3.4 Environment Waste

(Wills B. , 2009) menjelaskan Terdapat tujuh limbah lingkungan (*environment waste*) yang berpengaruh terhadap lingkungan sekitar, diantaranya:

1. *Energy Waste*

   Energy waste atau pemborosan energi mengacu pada penggunaan sumber daya energi yang tidak perlu seperti pemborosan energi yang dimaksud yaitu konsumsi energi listrik dan bahan bakar. Penggunaan energi terbarukan merupakan tujuan utama menghilangkan pemborosan energi.

2. *Water Waste*

   Water waste atau pemborosan air terjadi ketika air tidak digunakan secara efisien. Pembuangan air yang terkontaminasi juga akan berdampak negatif untuk lingkungan sekitar, sehingga tujuan utama yaitu menghilangkan limbah air ini dengan menggunakan kembali air secara terus menerus dan melakukan pengolahan limbah dengan benar sehingga tidak merusak lingkungan sekitar.

3. *Material Waste*

   Material Waste atau Pemorosan material mengacu pada penggunaan sumber daya yang berlebihan seperti mengonsumsi bahan mentah atau produk yang tidak diperlukan, barang sekali pakai, dan pengemasan.

4. *Garbage Waste*

   Garbage waste atau limbah sampah mencakup pembuangan dan pengelolaan bahan limbah yang tidak tepat seperti pengiriman barang yang dapat didaur ulang ke tempat pembuangan sampah, membuang sampah sembarangan, dan mengumpulkan sampah yang tidak dapat terurai secara hayati.

5. *Transport Waste*

   Transport waste atau limbah transportasi berkaitan dengan praktik transportasi yang tidak perlu atau tidak efisien yang berkontibusi terhadap penggunaan bahan bakar.

6. *Emissions Waste*

   Emissions waste atau limbah emisi mengacu pada pelepasan gas dan polutan berbahaya ke atmosfer. Fokus dalam efisiensi produksi dan konsumsi bahan mentah untuk mengurasi emisi yang berkaitan dengan transportasi.

7. *Biodiversity Waste*

   Biodiversity waste atau limbah keanekaragaman hayati terjadi ketika ekosistem dan habitat terdegradasi atau hancur seperti penggundulan hutan, fragmentasi habitat, dan hilangnya keanekaragaman spesies.

2.3.5 Environmental Value Stream Mapping (EVSM)

Environmental Value Stream Mapping (EVSM) merupakan penggunaan metode *Value Stream Mapping* dengan menitikberatkan pada pendekatan lingkungan.. Dalam melihat dan menganalisisa *value* stream, sudut pandang yang digunakan dalam EVSM adalah sudut pandang dampak lingkungan yang dihasilkan sepanjang *value stream*. Dengan cara mengubah sudut pandang tersebut kemudian menerapkan teknologi, Teknik, dan pendekatan menggunakan pola pikir yang ramah lingkungan, dapat memberikan *road map* untuk menghasilkan proses produksi yang ramah lingkungan (Wills B. , 2009). Dalam EVSM dikembangkan kriteria berdasarkan dampak aktifitas di sepanjang *value stream* terhadap lingkungan. Menggunakan kriteria tersebut dapat mengidentifikasi dampak negative terhadap lingkungan disepanjang *value stream* dan mengikuti proses pengurangan dampak lingkungan.

Terdapat 7 *environmental waste* pada EVSM (Wills B. , 2009):

1. Energi
2. Air
3. Material
4. Scrap (Sampah produksi)
5. Transportasi
6. Emisi
7. Keanekaragaman Hayati

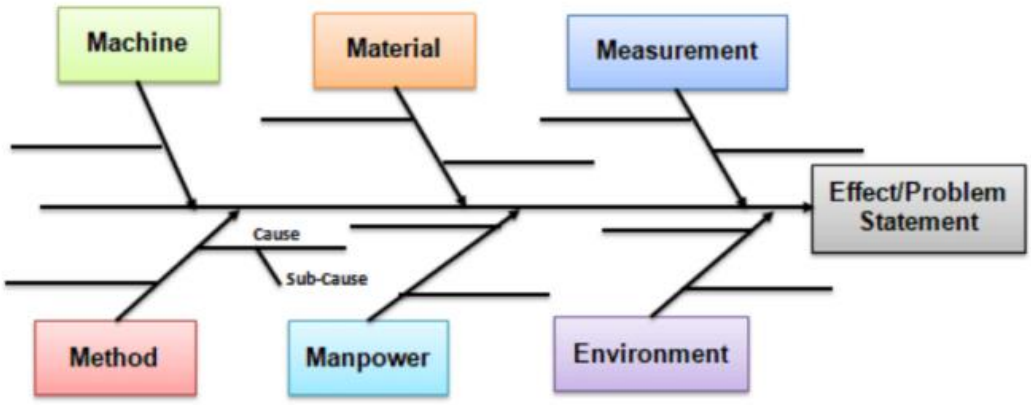
2.3.6 Process Activity Mapping (PAM)

Process Activity Mapping (PAM) digunakan untuk mengidentifikasi seluruh aktivitas yang terjadi selama proses produksi, kemudian mengelompokkan aktivitas-aktivitas tersebut berdasarkan jenis pemborosan (waste). Tujuan dari alat ini adalah untuk menghilangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, mengevaluasi apakah suatu proses bisa diperbaiki agar lebih efisien, serta mencari solusi untuk mengurangi pemborosan. Process Activity Mapping (PAM) memerlukan data aktivitas yang diperoleh dari informasi

perusahaan, serta pengukuran waktu proses yang dilakukan melalui pengamatan langsung di area produksi dengan bantuan alat ukur seperti stopwatch.

2.3.7 Fishbone Diagram

Diagram ini digunakan untuk menganalisis dan mengidentifikasi penyebab masalah atau fenomena dalam suatu proses. Diagram ini memiliki beberapa kategori utama yang biasanya digunakan dalam fishbone diagram yaitu manusia (*man*), mesin *(machine)*, metode (*method)*, material (*materials)*, lingkungan (*environment)*, dan pengukuran (*measurement)*. Berikut adalah contoh gambar dari *fishbone* diagram.



Gambar 2. 1 *Fishbone Diagram*

Berikut merupakan penjelasan mengenai faktor-faktor dalam diagram *fishbone* (Hessing, 2019)*:*

1. *Man* : Mengacu pada faktor-faktor sumber daya manusia yang terlibat dalam proses. Fokusnya ada pada keterampilan, pelatihan, dan keahlian orang-orang yang melaksanakan tugas.
2. *Machine* : mengacu pada faktor-faktor yang berkaitan dengan peralatan atau teknologi yang digunakan. Mesin merupakan peralatan dan perkakas yang digunakan dalam proses yang mencakup kemampuan mesin, perawatan, kalibrasi, dan keandalan.
3. *Method* : Prosedur atau cara yang digunakan dalam proses. Metode mengacu pada prosedur, intruksi, dan teknik yang digunakan untuk melaksanakan proses.

4. *Materials* : Bahan atau material yang digunakan dalam proses yang meliputi bahan baku, komponen, dan perlengkapan lainnya yang sesuai dengan aspek-aspek kualitas bahan, spesifikasi, kondiri penyimpanan, dan prosedur penanganan.
5. *Environment* : Aspek yang terkait dengan cara pengukuran dan penilaian kualitas. Faktor tambahan ini disertakan untuk mewakili lingkungan fisik atau kondisi tempat berlangsungnya proses yang mencakup faktor kelembaban, suhu, pencahayaan, kebersihan, dll.
6. *Measurement* : melibatkan sistem dan instrumen pengukuran yang digunakan untuk menilai dan memantau proses. Berfokus pada presisi, kalibrasi, akurasi, dan kendala perangkat pengukuran.

2.3.8 Konsep 5W+1H

Konsep 5W+1H sebagian besar digunakan untuk berbagai bidang, terutama produksi dan pengendalian kualitas dalam manufaktur. 5W1H merupakan metode yang digunakan untuk mengumpulkan informasi mengenai masalah yang dihadapi perusahaan melalui observasi atau riset. 5W1H adalah singkatan dari “Apa?”, “Di mana?”, “Kapan?”, “Mengapa?”, “Siapa?”, dan “Bagaimana?”. Di dalam praktiknya, teknik ini digunakan untuk mengumpulkan data dan menganalisis masalah guna menemukan solusi perbaikan yang paling sesuai (Purwanto & Astuti, 2019).

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah proses penerapan *Green Manufacturing* dengan pendekata *Enviromental Value Stream Mapping (EVSM)* pada IKM Batik Abimanyu di Kampung Giriloyo, Imogiri, Bantul, Yogyakarta. Fokus subjek penelitian adalah untuk mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan yang berdampak pada lingkungan dalam proses pembuatan batik tulis motif wahyu tumurun

Subjek penelitiannya adalah pengrajin pada IKM Batik Abimanyu yang terlibat dalam berbagai tahapan produksi batik tulis motif wahyu tumurun. Proses produksi batik meliputi seluruh tahapan dalam proses pembuatan batik tulis, mulai dari persiapan, pencantingan, pewarnaan, hingga *finishing*.

3.2 Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini adalah proses produksi Batik Tulis Motif Wahyu Tumurun pada IKM Batik Abimanyu yang terletak pada Kampung Giriloyo, Imogiri, Bantul, Yogyakarta. Pada penelitian ini difokuskan pada proses produksi Batik Tulis Motif Wahyu Tumurun dengan menidentifikasi *environmental waste* dalam konsep *green manufacturing.* IKM Batik Abimanyu berfokus pada pembuatan batik tulis dengan sistem *make to order*.

3.3 Jenis Data

Data yang gunakan dalam penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder. Data yang didapatkan langsung dari hasil observasi disebut data primer, sedangkan data yang didapatkan berasal dari perusahaan dan berdasarkan sumber-sumber terpercaya disebut data sekunder. Berikut data primer dan data sekunder dalam penelitian ini:

3.3.1 Data Primer

Data primer dalam penelitian ini berupa alur proses produksi, aktivitas produksi, penggunaan sumber daya, penggunaan energi, emisi yang dihasilkan, dan sebagainya. Serta deskripsi pada setiap prosesnya.

3.3.2 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

Dari data yang dikumpulkan dalam penelitian ini diperoleh dengan cara sebagai berikut:

1. Studi Literatur

   Data dikumpulkan dengan mengkaji berbagai buku maupun literatur lainnya berkaitan dengan masalah yang diangkat dalam penelitian ini. Bertujuan sebagai penunjang untuk membantu peneliti dalam mendapatkan informasi mengenai berbagai teori dan data yang berhubungan dengan topik penelitian.
2. 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 membuat *Enviromental Value Stream Mapping (EVSM)*, waktu yang dibutuhkan untuk membuat suatu produk. Data ini digunakan untuk membuat *Process Activity Mapping (PAM)*.
3. Wawancara

   Metode wawancara ini dilakukan untuk mengetahui situasi yang terjadi pada IKM Batik Abimanyu dan mengumpulkan informasi yang relevan dengan topik penelitian. Wawancara dilakukan melalui sesi tanya jawab dengan pemilik IKM Batik Abimanyu. Data yang didapatkan melalui wawancara seperti data Sejarah dari IKM Batik Abimanyu.

3.5 Metode Pengolahan Data

Dalam penelitian ini dilakukan wawancara kepada pihak terkait berkaitan dengan produk yang sering diproduksi atau yang diminati untuk nantinya produk tersebut akan diteliti. Data yang diperoleh selama proses produksi dari awal hingga produk jadi yaitu penggunaan sumber daya, penggunaan energi, perhitungan emisi akan diolah untuk menggambarkan kondisi awal dengan menggunakan metode *Environmental Value Stream Mapping (EVSM)*

sehingga mengetahui letak *environment waste*. Selanjutnya memberikan rekomendasi untuk mereduksi *environmental waste*.

3.6 Pengolahan Data

Data historis produksi perusahaan, hasil observasi langsung dilapangan dan hasil wawancara pada pemilik IKM Batik Abimanyu kemudian diolah dan dianalisis. Tahapan pengolahan data pada penelitian ini yaitu:

3.6.1 *Current State Environmental Value Stream Mapping* (CSEVSM)

Tahapan ini dilakukan dengan pemetaan *big picture mapping* yang didalamnya menggambarkan aliran produk dan aliran informasi dari awal hingga produk sampai ke tangan konsumen dan sekaligus menjabarkan aspek lingkungann sehingga dapat mengetahui keseluruhan proses dalam suatu sistem. Dalam tahap ini yang dibuat adalah *current state mapping* yaitu pemetaan awal. Dengan pemetaan yang dilakukan ini maka dapat diketahui presentasi kegiatan yang memberikan nilai tambah *(value added)*, kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah *(non-value added)*, dan kegiatan yang penting namun tidak memiliki nilai tambah *(necessary but non-value added)*. Sehingga diketahui dimana letak pemborosan *(waste)* dan pemborosan yang berdampak terhadap lingkungan. Tahapan dalam *Environmental Value Stream Mapping* yaitu sebagai berikut:

a. Memahami alur proses produksi mulai dari aliran material maupun aliran informasi.
b. Menemukan masalah yang terjadi seperti adanya pemborosan *(waste)* yang berdampak pada lingkungan selama proses produksi.
c. Melakukan upaya perbaikan untuk meminimasi maupun mengeliminasi pemborosan *(waste)* sebagai usulan perbaikan.

Value Stream Mapping tradisional hanya digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan dalam *value stream*. Namun dalam penelitian ini menggabungkan pendekatan *environmental* dengan *Value Stream Mapping* yang dimana menitikberatkan pada pendekatan lingkungan. Dengan menerapkan *Environmental Value Stream Mapping* diharapkan menghasilkan perbaikan yang lebih baik untuk perusahaan dan kondisi lingkungan sekitar.

3.6.2 *Future State Environmental Value Stream Mapping* (FSEVSM)

Tahap ini adalah membuat *Future State Environmental Value Stream Mapping* berdasarkan *waste* paling dominan yang sebelumnya telah diketahui dan disesuaikan dengan *Current*

State Value Stream Mapping dan usulan perbaikan pada *detail mapping* yang sebelumnya juga telah dibuat.

3.7 Hasil dan Pembahasan

Hasil pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya kemudian dianalisis dengan menjelaskan hasil identifikasi pemborosan dan data lainnya. Setelah itu dibuat kesimpulan yang nantinya dipakai untuk rekomendasi perbaikan bagi perusahaan.

3.8 Rekomendasi Perbaikan

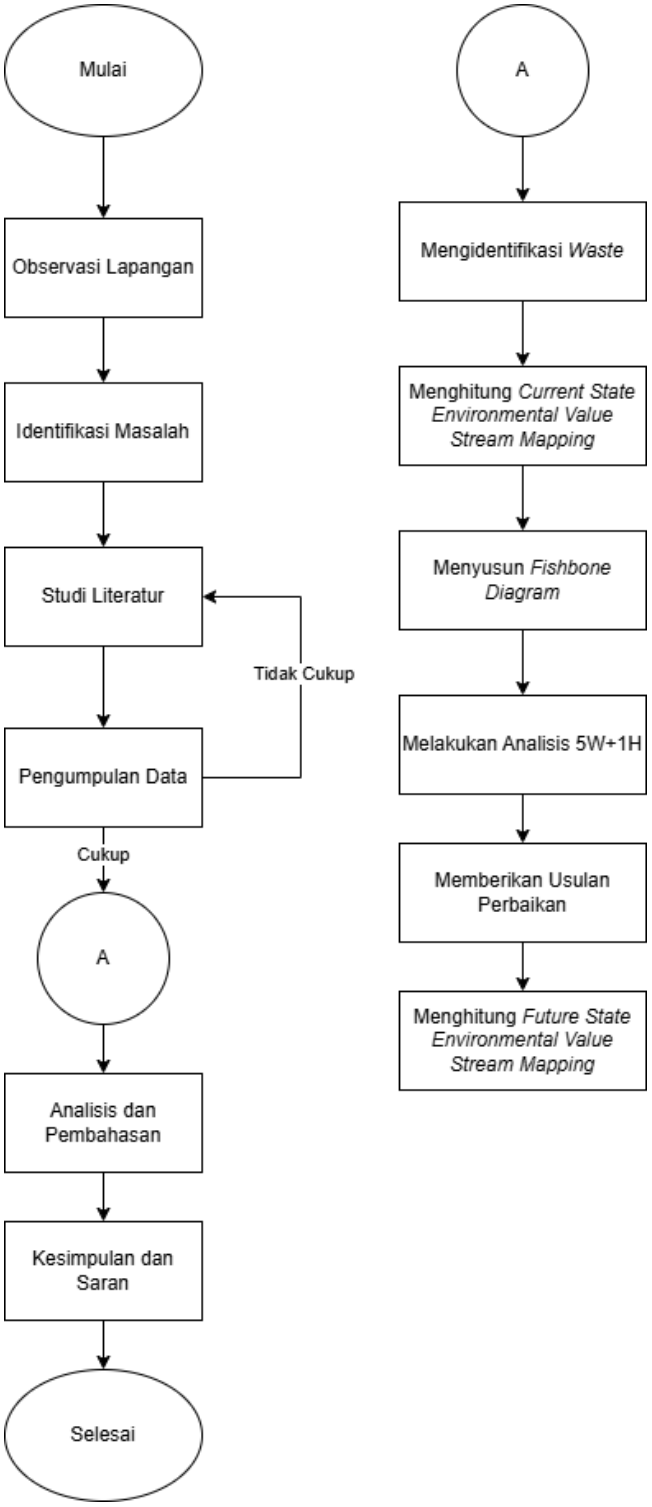
Rekomendasi perbaikan dilakukan setelah pengolahan data pada tahap sebelumnya. Pemberian rencana perbaikan untuk mengeliminasi pemborosan *(waste)* menggunakan pendekatan kaizen dilakukan setelah diketahui aktivitas yang termasuk pemborosan dan *non-value added*.

3.9 Kesimpulan dan Saran

Pada bagian kesimpulan ini memuat jawaban berdasarkan rumusan masalah yang sudah ditetapkan sebelumnya. Sedangkan pada saran, peneliti memberikan saran baik kepada perusahaan maupun penelitian selanjutnya.

3.10 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini :



Gambar 3. 2 Alur Penelitian

Berikut merupakan penjelasan Gambar 3.1 yakni tahapan-tahapan dalam melakukan penelitian yaitu:

1. Mulai

   Penelitian mulai dilakukan.

2. Observasi Lapangan

   Peneliti melakukan observasi lapangan di IKM Batik Abimanyu Kampung Giriloyo untuk melihat kondisi di lokasi penelitian dan melihat permasalahan apa yang dihadapi oleh IKM Batik Abimanyu Kampung Giriloyo. Beberapa data yang dibutuhkan seperti data alur proses produksi bagaimana proses itu dari awal hingga akhir proses menjadi produk. Data ini digunakan untuk membuat *Enviromental Value Stream Mapping (EVSM)*, waktu yang dibutuhkan untuk membuat suatu produk. Data ini digunakan untuk membuat *Process Activity Mapping (PAM)*.

3. Identifikasi Masalah

   Setelah melakukan observasi lapangan, peneliti melakukan identifikasi masalah yang dihadapi oleh IKM Batik Abimanyu Giriloyo. Masalah seperti penggunaan bahan yang berlebihan, penggunaan energi yang berlebihan, polusi yang ditimbulkan, dan lain-lain yang berhubungan dengan *7 enviromental waste*.

4. Studi Literatur

   Setelah melakukan identifikasi masalah, peneliti melakukan studi literatur untuk memperdalam pengetahuan terkait metode yang akan digunakan, permasalahan yang akan dihadapi, serta data apa yang dibutuhkan dan pengolahan data seperti apa untuk metode yang akan digunakan melalui jurnal, artikel, dan buku.

5. Pengumpulan Data

   Peneliti kemudian melakukan pengumpulan data menggunakan beberapa metode yaitu dengan kajian literatur melalui jurnal, artikel, dan buku serta observasi dan wawancara kepada pekerja di IKM Batik Abimanyu Giriloyo.

6. Pengolahan Data

   Peneliti melakukan pengolahan data dengan mengidentifikasi *waste* untuk mengelompokkan aktivitas yang termasuk *environmental waste* berdasarkan alur pembuatan batik tulis. Dilanjutkan dengan perhitungan *current state environmental value stream mapping* untuk mengetahui informasi serta alur material pada proses produksi batik tulis. Peneliti lalu membuat *fishbone diagram* berdasarkan permasalahan

yang dihadapi pada produksi batik tulis lalu mengetahui akar yang menyebabkan permasalahn tersebut terjadi serta memberikan usulan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Lalu, peneliti melakukan analisis 5W+1H untuk membuat usulan perbaikan yang telah didapatkan sebelumnya pada tahapan *fishbone diagram* berdasarkan *who, what, where, when, why,* dan *how*. Peneliti kemudian memberikan usulan perbaikan berdasarkan metode perhitungan yang telah dilakukan, serta melakukan perhitungan kepada *future state environmental value stream mapping* untuk mengetahui perbedaan apa yang terjadi pada alur material dan proses produksi batik tulis pada IKM Batik Abimanyu Giriloyo.

7. Analisis dan Pembahasan

   Peneliti melakukan analisis berdasarkan hasil pengolahan data yang dilakukan serta membahas hasil pengolahan data bagi masing – masing metode yang sudah dilakukan.

8. Kesimpulan dan Saran

   Peneliti kemudian menarik kesimpulan yang mengacu pada rumusan masalah berdasarkan hasil yang telah didapatkan serta memberikan saran bagi penelitian selanjutnya.

9. Selesai

   Penelitian selesai.

BAB IV
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan di IKM Batik Abimanyu. Pengumpulam data dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan data-data dalam proses batik tulis yang akan diolah. Pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan secara langsung pada IKM Batik Abimanyu. Data yang diperlukan meliputi deskripsi profil Perusahaan, alur produksi, waktu pengerjaan, jumlah pekerja, dan data 7 *Environment Waste*.

4.1.1 Profil Perusahaan

IKM Batik Abimanyu merupakan salah satu UKM batik pada Kampung Giriloyo, Imogiri, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. IKM Batik Abimanyu didirikan pada tahun 2018 oleh Ibu Wartinah yang pada awalnya merupakan usaha milik keluarga. IKM Batik Abimanyu memiliki pekerja berjumlah 10 orang yang semuanya merupakan pekerja wanita dari warga sekitar. Kegiatan membatik pada IKM Batik Abimanyu dilakukan dari proses awal hingga barang jadi batik tulis yang siap dipasarkan. Batik pada IKM Batik Abimanyu merupakan *Made By Order* yang dimana batik itu dibuat berdasarkan pesanan yang sudah dipesan oleh konsumen pada IKM Batik Abimanyu.

4.1.2 Proses Produksi

Terdapat beberapa proses produksi pada IKM Batik Abimanyu:

1. Pencucian Kain

   Pencucian merupakan proses awal mencuci pada bahan mentah berupa kain mori.
2. Klowong 1

   Klowong 1 merupakan proses menggambar batik menggunakan canting dengan bahan lilin malam yang mengikuti pola pensil yang sebelumya sudah digambar. Lalu ditunggu sejenak hingga lilin malam kering.
3. Klowong 2

   Klowong 2 merupakan proses mengulangi menggambar menggunakan canting agar dapat mempertebal gambar batik yang dibuat agar malam tidak mudah luntur dan terlihat jelas.
4. Cecek

Cecek merupakan proses pembuatan motif titik-titik dengan lilin malam diluar maupun didalam gambar yang sudah dibuat sesuai dengan desain yang diinginkan.

5. Cecek Terusan

   Cecek terusan merupakan proses membuat pola titik-titik yang berkelanjutan atau terhubung, sehingga menghasilkan efek garis atau pola tertentu tanpa putus.

6. Nembok 1

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

7. Pewarnaan 1

   Pewarnaan merupakan proses memberikan pewarnaan pada kain batik yang sudah dilakukan penggambaran dengan lilin malam menggunakan canting dengan cara melarutkan pewarna kedalam air yang direbus hingga mendidih lalu kain dicelupkan.

8. Pelorodan 1

   Pelorodan 1 merupakan proses menghilangkan lilin malam pada kain yang sudah dilakukan pewarnaan agar motif batik yang diinginkan terlihat hasilnya. Proses pelorodan dengan merebus kain dengan air mendidih yang dicampurkan tepung tapiyoka lalu dilakukan pembilasan.

9. 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.

10. 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

11. Pewarnaan 2

    Pewarnaan 2 dilakukan agar warna yang dihasilkan pada kain batik maksimal dan meresap pada seluruh kain dengan sempurna

12. Pelorodan 2

    Pelorodan 2 dilakukan agar sisa-sisa lilin malam yang masih menempel pada kain batik dapat dibersihkan dengan sempurna dan tidak tersisa.

13. *Packing*

Packing merupakan proses akhir setelah kain sudah kering lalu kain batik dilipat dan dilakukan pengemasan untuk dikirimkan kepada konsumen.

4.1.3 Aktivitas Produksi

Berikut merupakan tabel aktivitas produksi yang mana dalam proses produksi data dikumpulkan secara langsung, setiap proses produksi diabadikan momennya dengan foto. Pengumpulan data dilakukan sebanyak tujuh kali secara berulang dengan cara memantau produksi batik tulis motif Wahyu Tumurun. Berikut merupakan aktifitas produksi pada IKM Batik Abimanyu:

i. Aktivitas Proses Produksi

Tabel 4. 1 Tabel Aktivitas Produksi

Proses	Aktivitas	Kode	Waktu Produksi
Pencucian kain	Persiapan ember	A1	15
	Mengisi air bersih ke dalam ember	A2	160
	Mengambil kain mori	A3	13
	Mencuci kain	A4	54
	Membawa kain ke tempat jemuran	A5	6
	Menjemur kain	A6	7200
	Membawa kain ke tempat pemolaan	A7	80
Klowong	Persiapan alat dan bahan	B1	240
	Menyalakan kompor listrik	B2	3
	Memanaskan lilin hingga cair	B3	2184
	Membawa kain ke tempat pemolaan	B4	32
	Meletakan mori pada gawangan yang telah terdapat plastik jiplakan	B5	24
	Melakukan pemolaan	B6	70990
	menambah dan mengurangi kayu bakar	B7	36
	Membawa kain ke tempat penyimpan	B8	32
Klowong Terusan	Persiapan alat dan bahan	C1	190
	Menyalakan kayu bakar	C2	305
	Memanaskan lilin hingga cair	C3	542
	Membawa kain ke tempat pemolaan	C4	18
	Melakukan pemolaan pada sebaliknya	C5	30720

Proses	Aktivitas	Kode	Waktu Produksi
	Melipat kain	C6	11
	Membawa kain ke tempat penyimpan	C7	28
	Membawa ke tempat proses cecek	C8	335
Cecek	Menyiapkan alat dan bahan	D1	236
	Memanaskan lilin hingga cair	D2	1020
	Mengambil kain yang telah dipola	D3	25
	Meletakan kain pada gawangan	D4	24
	Melakukan proses cecek	D5	28800
	Mengisi minyak pada kompor	D6	55
	Membawa ke Penyimpanan	D7	12
Cecek Terusan	Menyiapkan alat dan bahan	E1	240
	memanaskan lilin hingga cair	E2	540
	Mengambil kain yang telah dicecek	E3	13
	Membalikkan kain sisi sebelahnya pada gawangan	E4	5
	Melakukan proses cecek	E5	18000
	Melipat kain	E6	15
	Membawa ke penyimpanan	E7	11
	Membawa ke tempat proses nembok	E8	155
Nembok ke-1	Menyiapkan alat dan bahan	F1	130
	Memanaskan lilin hingga cair	F2	540
	Mengambil kain yang telah dicecek	F3	11
	Meletakan pada gawangan	F4	4
	Menutup motif yang dikehendaki (nembok)	F5	3300
	Melipat kain	F6	21
	Membawa ke penyimpanan	F7	420
Pewarnaan ke-1	Membawa kain ke tempat perendaman	G1	20
	Mengisi air bersih ke dalam Bejana	G2	240
	Perendaman dengan air biasa	G3	6480
	Ditiriskan	G4	78
	Mengambil panci	G5	25
	Mengisi panci dengan air	G6	74
	Memanaskan air untuk larutan Napthol	G7	4000
	Mengambil bahan Napthol dan garam	G8	640

Proses	Aktivitas	Kode	Waktu Produksi
	Meramu bahan Napthol dan Garam	G9	180
	Membawa panci ke Bejana	G10	15
	Menambahkan air hangat untuk Bejana larutan Napthol	G11	6
	Mengisi Bejana kedua dengan air	G12	240
	Memasukan ramuan garam dan naphol	G13	6
	Memakai sarung tangan	G14	13
	Meratakan campuran	G15	21
	Membawa kain ke Bejana larutan Napthol	G16	8
	Merendam kain ke dalam larutan Napthol	G17	52
	Meniriskan kain	G18	99
	Memindahkan ke Bejana garam napthol	G19	4
	Merendam kain ke dalam larutan garam naphol	G20	61
	Meniriskan kain	G21	85
	Melepaskan sarung tangan	G22	8
	memindahkan ke dalam bak air bersih	G23	4
	Membilas kain	G24	30
	Meniriskan kain	G25	120
	Memakai sarung tangan kembali	G26	9
	Penambahan cairan	G27	14
	Memindahkan ke Bejana larutan napthol	G28	8
	Merendam kain ke dalam larutan naphol kedua	G29	64
	Meniriskan kain	G30	134
	Memindahkan ke dalam garam napthol kedua	G31	4
	Merendam kain ke dalam larutan garam naphol kedua	G32	100
	Meniriskan kain	G33	159
	Melepas sarung tangan	G34	8
	memindahkan ke dalam bak air bersih	G35	8
	Membilas kain	G36	42
	Meniriskan kain	G37	67
	Penambahan cairan	G38	11
	Memakai sarung tangan kembali	G39	12
	Memindahkan ke Bejana larutan Napthol	G40	10

Proses	Aktivitas	Kode	Waktu Produksi
	Merendam kain ke dalam larutan naphol ketiga	G41	121
	Meniriskan kain	G42	138
	Memindahkan ke dalam garam napthol	G43	3
	Merendam kain ke dalam larutan garam naphol ketiga	G44	73
	Meniriskan kain	G45	371
	Melepas sarung tangan	G46	8
	memindahkan ke dalam bak air bersih	G47	4
	Membilas kain	G48	31
	Meniriskan kain	G49	35
	Memindahkan kejemuran	G50	7
	Penjemuran	G51	2817
Pelodoran ke-1	Membawa panci berukuran besar di atas perapian	H1	5
	Mengisi panci dengan air	H2	55
	Mengambil korek dalam saku	H3	3
	Menghidupkan kayu dengan korek gas	H4	14
	Meletakan korek gas	H5	3
	Menutup panci	H6	2
	Memanaskan air hingga mendidih	H7	7200
	Mengambil kain dari jemuran	H8	6
	Membuka panci	H9	3
	Meletakan tutup panci kesamping	H10	3
	Merendam dan mengangkat kain menggunakan tongkat	H11	130
	Membawa kain ke tempat pembilasan	H12	12
	Membilas kain	H13	38
	Membawa kembali ke tempat perebusan	H14	12
	Merendam dan mengangkat kain menggunakan tongkat kembali	H15	66
	Membawa kain ke tempat pembilasan	H16	12
	Membilas kain	H17	68
	Mencuci bersih kain	H18	81
	Membawa kain pada jemuran	H19	9
	Menjemur kain	H20	43455

Proses	Aktivitas	Kode	Waktu Produksi
	mengangkat	H21	18
	melipat kain	H22	15
	Membawa ke tempat proses granit	H23	155
Granit	Menyiapkan alat dan bahan	I1	240
	Memanaskan lilin hingga cair	I2	2234
	Mengambil kain yang telah diwarnai dasar	I3	12
	Meletakan pada gawangan	I4	4
	Melakukan proses granit	I5	61212
	Melipat kain	I6	8
	Membawa ke tempat penyimpanan	I7	36
Nembok ke-2	Menyiapkan alat dan bahan	J1	75
	Memanaskan lilin hingga cair	J2	540
	Mengambil kain yang telah di blok	J3	11
	Meletakan kain dengan posisi sisi lainnya pada gawangan	J4	5
	Menutup motif yang dikehendaki (nembok)	J5	15300
	Melipat kain	J6	20
	Membawa kain ke tempat pewarnaan kedua	J7	155
Pewarnaan ke-2	Membawa kain ke tempat perendaman	K1	22
	Mengisi air bersih ke dalam Bejana	K2	264
	Perendaman dengan air biasa	K3	6273
	Ditiriskan	K4	78
	Mengambil panci	K5	25
	Mengisi panci dengan air	K6	74
	Memanaskan air untuk larutan Napthol	K7	4000
	Mengambil bahan Napthol dan garam	K8	640
	Meramu bahan Napthol dan Garam	K9	180
	Membawa panci ke Bejana	K10	15
	Menambahkan air hangat untuk Bejana larutan Napthol	K11	6
	Mengisi Bejana kedua dengan air	K12	240
	Memasukan ramuan garam dan naphol	K13	6
	Memakai sarung tangan	K14	13
	Meratakan campuran	K15	21

Proses	Aktivitas	Kode	Waktu Produksi
	Membawa kain ke Bejana larutan Napthol	K16	8
	Merendam kain ke dalam larutan Napthol	K17	52
	Meniriskan kain	K18	99
	Memindahkan ke Bejana garam napthol	K19	4
	Merendam kain ke dalam larutan garam naphol	K20	58
	Meniriskan kain	K21	82
	Melepaskan sarung tangan	K22	8
	memindahkan ke dalam bak air bersih	K23	4
	Membilas kain	K24	30
	Meniriskan kain	K25	120
	Memakai sarung tangan kembali	K26	9
	Penambahan cairan	K27	14
	Memindahkan ke Bejana larutan napthol	K28	8
	Merendam kain ke dalam larutan naphol kedua	K29	60
	Meniriskan kain	K30	128
	Memindahkan ke dalam garam napthol kedua	K31	4
	Merendam kain ke dalam larutan garam naphol kedua	K32	97
	Meniriskan kain	K33	154
	Melepas sarung tangan	K34	8
	memindahkan ke dalam bak air bersih	K35	8
	Membilas kain	K36	62
	Meniriskan kain	K37	61
	Penambahan cairan	K38	11
	Memakai sarung tangan kembali	K39	12
	Memindahkan ke Bejana larutan Napthol	K40	10
	Merendam kain ke dalam larutan naphol ketiga	K41	121
	Meniriskan kain	K42	138
	Memindahkan ke dalam garam napthol	K43	3
	Merendam kain ke dalam larutan garam naphol ketiga	K44	73
	Meniriskan kain	K45	371
	Melepas sarung tangan	K46	8
	memindahkan ke dalam bak air bersih	K47	4

Proses	Aktivitas	Kode	Waktu Produksi
	Membilas kain	K48	31
	Meniriskan kain	K49	35
	Memindahkan kejemuran	K50	7
	Penjemuran	K51	2788
Pelodoran ke-2	Membawa panci berukuran besar di atas perapian	L1	5
	Mengisi panci dengan air	L2	55
	Mengambil korek dalam saku	L3	3
	Menghidupkan kayu dengan korek gas	L4	14
	Meletakan korek gas	L5	3
	Menutup panci	L6	2
	Memanaskan air hingga mendidih	L7	7200
	Mengambil kain dari jemuran	L8	6
	Membuka panci	L9	3
	Meletakan tutup panci kesamping	L10	3
	Merendam dan mengangkat kain menggunakan tongkat	L11	130
	Membawa kain ke tempat pembilasan	L12	12
	Membilas kain	L13	38
	Membawa kembali ke tempat perebusan	L14	12
	Merendam dan mengangkat kain menggunakan tongkat kembali	L15	66
	Membawa kain ke tempat pembilasan	L16	12
	Membilas kain	L17	68
	Mencuci bersih kain	L18	81
	Membawa kain pada jemuran	L19	9
	Menjemur kain	L20	43455
	Membawa kain ke penyimpanan	L21	18
Packaging	Mengambil kain dari penyimpanan	M1	10
	Melipat kain dan merapikan kain	M2	25
	Memberi stiker	M3	4
	Memasukan pada kemasan	M4	3
	Membawa ke penyimpanan	M5	15

2. Data berikut menunjukkan waktu kerja dan jumlah operator untuk setiap proses, yang dibantu oleh pekerja pada IKM Batik Abimanyu:

Tabel 4. 2 Jumlah Pekerja Pada Setiap Proses

No	Proses	Jumlah Operator
1	Pencucian Kain	1
2	Klowong	1
3	Klowong Terusan	1
4	Cecek	1
5	Cecek Terusan	1
6	Nembok 1	1
7	Pewarnaan 1	1
8	Pelorodan 1	1
9	Granit	1
10	Nembok 2	1
11	Pewarnaan 2	1
12	Pelorodan 2	1
13	Packing	1

Jumlah pekerja pada IKM Batik Abimanyu berjumlah 10 orang dan terdapat beberapa pekerja yang melakukan lebih dari satu aktivitas pada proses pembuatan Batik Wahyu Tumurun. Jam kerja pada IKM Batik Abimanyu adalah pukul 08.00-16.00 setiap hari Senin sampai Jumat.

4.1.4 Metode Perhitungan Emisi dari Produksi dan Konsumsi Energi

1. *Intergovernmenal Panel on Climate Change (IPCC)* merupakan organisasi internasional yang berfokus pada menilai ilmu pengetahuan terkait perubahan iklim yang disebabkan oleh aktivitas manusia. Emisi dapat dihitung dengan rumus berikut (Bappenas, 2014):

$$Emisi = EC.EF \tag{4.1}$$

Diketahui:

EC= Konsumsi Energi

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

2. Faktor emisi yang digunakan telah disesuaikan dengan faktor emisi lokal Indonesia yang dijelaskan pada masing-masing tabel, yaitu bahan bakar rumah tangga, transportasi, faktor emisi sistem jaringan listrik dan faktor emisi lainnya di seluruh Indonesia.

Tabel 4. 3 Faktor Emisi Berdasarkan Jenis Bahan Bakar

Jenis Bahan Bakar	**Faktor Emisi**
Kayu bakar	1,75 kg ***CO_2/kg*** kayu bakar
Liquefi ed Petroleum Gas (LPG)	2,98 kg ***CO_2/kg*** LPG
Minyak Tanah	2,58 kg ***CO_2/Liter*** minyak tanah

Sumber: (Bappenas, 2014)

Tabel 4. 4 Faktor Emisi Berdasarkan Jenis Bahan Bakar

Jenis Bahan Bakar	**Faktor Emisi (*CO_2/Liter* BBM)**
Solar (*diesel oil)*	2,2
Premium (*fuel oil)*	2,6

Sumber: (Bappenas, 2014)

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

Aplikasi	**1 kg kayu bakar setara dengan**
1 kg kayu bakar	0,46 kg LPG 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 *CO_2/kWh)***
Jawa-Madura-Bali	0,725
Sumatera	0,743
Kalimantan Timur	0,742
Kalimantan Barat	0,775
Kalteng dan kalsel	1,273
Sulut, Sulteng, Kalsel	0,161
Sulsel, Sulbar, Sultra	0,269

Sumber: (Bappenas, 2014)

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Identifikasi *Waste*

Tabel di bawah ini merupakan pengamatan waktu proses produksi beserta *environmental waste* pada Batik Tulis motif Wahyu Tumurn di IKM Batik Abimanyu.

Tabel 4. 7 Identifikasi *Waste*

Proses	**Aktivitas**	**Kode**	**Waktu Produksi**	**Klasifikasi *Waste***						
				Energy	***Water***	***Material***	***Garbage***	***Transportation***	***Emissions***	***Biodiversity***
Pencucian kain	Persiapan ember	A1	15							
	Mengisi air bersih ke dalam ember	A2	160							
	Mengambil kain mori	A3	13							
	Mencuci kain	A4	54							
	Membawa kain ke tempat jemuran	A5	6							
	Menjemur kain	A6	7200							
	Membawa kain ke tempat pemolaan	A7	80							

Proses	Aktivitas	Kode	Waktu Produksi	Klasifikasi *Waste*						
				Energy	***Water***	***Material***	***Garbage***	***Transportation***	***Emissions***	***Biodiversity***
Klowong	Persiapan alat dan bahan	B1	240							
	Menyalakan kompor listrik	B2	3							
	Memanaskan lilin hingga cair	B3	2184							
	Membawa kain ke tempat pemolaan	B4	32							
	Meletakan mori pada gawangan yang telah terdapat plastik jiplakan	B5	24							
	Melakukan pemolaan	B6	70990							
	menambah dan mengurangi kayu bakar	B7	36							
	Membawa kain ke tempat penyimpan	B8	32							
Klowong Terusan	Persiapan alat dan bahan	C1	190							
	Menyalakan kayu bakar	C2	305							

Proses	Aktivitas	Kode	Waktu Produksi	Klasifikasi *Waste*						
				Energy	***Water***	***Material***	***Garbage***	***Transportation***	***Emissions***	***Biodiversity***
	Memanaskan lilin hingga cair	C3	542	■					■	
	Membawa kain ke tempat pemolaan	C4	18							
	Melakukan pemolaan pada sebaliknya	C5	30720	■					■	
	Melipat kain	C6	11							
	Membawa kain ke tempat penyimpan	C7	28							
	Membawa ke tempat proses cecek	C8	335							
Cecek	Menyiapkan alat dan bahan	D1	236							
	Memanaskan lilin hingga cair	D2	1020	■					■	
	Mengambil kain yang telah dipola	D3	25							
	Meletakan kain pada gawangan	D4	24							

Proses	Aktivitas	Kode	Waktu Produksi	Klasifikasi *Waste*						
				Energy	***Water***	***Material***	***Garbage***	***Transportation***	***Emissions***	***Biodiversity***
	Melakukan proses cecek	D5	28800	■					■	
	Mengisi minyak pada kompor	D6	55							
	Membawa ke Penyimpanan	D7	12							
Cecek Terusan	Menyiapkan alat dan bahan	E1	240							
	memanaskan lilin hingga cair	E2	540	■					■	
	Mengambil kain yang telah dicecek	E3	13							
	Membalikkan kain sisi sebelahnya pada gawangan	E4	5							
	Melakukan proses cecek	E5	18000	■					■	
	Melipat kain	E6	15							
	Membawa ke penyimpanan	E7	11							
	Membawa ke tempat proses nembok	E8	155							

Proses	Aktivitas	Kode	Waktu Produksi	Klasifikasi *Waste*						
				Energy	***Water***	***Material***	***Garbage***	***Transportation***	***Emissions***	***Biodiversity***
Nembok ke-1	Menyiapkan alat dan bahan	F1	130							
	Memanaskan lilin hingga cair	F2	540							
	Mengambil kain yang telah dicecek	F3	11							
	Meletakan pada gawangan	F4	4							
	Menutup motif yang dikehendaki (nembok)	F5	3300							
	Melipat kain	F6	21							
	Membawa ke penyimpanan	F7	420							
Pewarnaan ke-1	Membawa kain ke tempat perendaman	G1	20							
	Mengisi air bersih ke dalam Bejana	G2	240							
	Perendaman dengan air biasa	G3	6480							
	Ditiriskan	G4	78							

Proses	Aktivitas	Kode	Waktu Produksi	Klasifikasi *Waste*						
				Energy	***Water***	***Material***	***Garbage***	***Transportation***	***Emissions***	***Biodiversity***
	Mengambil panci	G5	25							
	Mengisi panci dengan air	G6	74							
	Memanaskan air untuk larutan Napthol	G7	4000							
	Mengambil bahan Napthol dan garam	G8	640							
	Meramu bahan Napthol dan Garam	G9	180							
	Membawa panci ke Bejana	G10	15							
	Menambahkan air hangat untuk Bejana larutan Napthol	G11	6							
	Mengisi Bejana kedua dengan air	G12	240							
	Memasukan ramuan garam dan naphol	G13	6							
	Memakai sarung tangan	G14	13							

Proses	Aktivitas	Kode	Waktu Produksi	Klasifikasi *Waste*						
				Energy	***Water***	***Material***	***Garbage***	***Transportation***	***Emissions***	***Biodiversity***
	Meratakan campuran	G15	21							
	Membawa kain ke Bejana larutan Napthol	G16	8							
	Merendam kain ke dalam larutan Napthol	G17	52							
	Meniriskan kain	G18	99							
	Memindahkan ke Bejana garam napthol	G19	4							
	Merendam kain ke dalam larutan garam naphol	G20	61							
	Meniriskan kain	G21	85							
	Melepaskan sarung tangan	G22	8							
	memindahkan ke dalam bak air bersih	G23	4							
	Membilas kain	G24	30							
	Meniriskan kain	G25	120							

Proses	Aktivitas	Kode	Waktu Produksi	Klasifikasi *Waste*						
				Energy	***Water***	***Material***	***Garbage***	***Transportation***	***Emissions***	***Biodiversity***
	Memakai sarung tangan kembali	G26	9							
	Penambahan cairan	G27	14							
	Memindahkan ke Bejana larutan napthol	G28	8							
	Merendam kain ke dalam larutan naphol kedua	G29	64							
	Meniriskan kain	G30	134							
	Memindahkan ke dalam garam napthol kedua	G31	4							
	Merendam kain ke dalam larutan garam naphol kedua	G32	100							
	Meniriskan kain	G33	159							
	Melepas sarung tangan	G34	8							
	memindahkan ke dalam bak air bersih	G35	8							

Proses	Aktivitas	Kode	Waktu Produksi	Klasifikasi *Waste*						
				Energy	***Water***	***Material***	***Garbage***	***Transportation***	***Emissions***	***Biodiversity***
	Membilas kain	G36	42							
	Meniriskan kain	G37	67							
	Penambahan cairan	G38	11							
	Memakai sarung tangan kembali	G39	12							
	Memindahkan ke Bejana larutan Napthol	G40	10							
	Merendam kain ke dalam larutan naphol ketiga	G41	121							
	Meniriskan kain	G42	138							
	Memindahkan ke dalam garam napthol	G43	3							
	Merendam kain ke dalam larutan garam naphol ketiga	G44	73							
	Meniriskan kain	G45	371							
	Melepas sarung tangan	G46	8							

Proses	Aktivitas	Kode	Waktu Produksi	Klasifikasi *Waste*						
				Energy	***Water***	***Material***	***Garbage***	***Transportation***	***Emissions***	***Biodiversity***
	memindahkan ke dalam bak air bersih	G47	4							
	Membilas kain	G48	31							
	Meniriskan kain	G49	35							
	Memindahkan kejemuran	G50	7							
	Penjemuran	G51	2817							
Pelodoran ke-1	Membawa pa nci berukuran besar di atas perapian	H1	5							
	Mengisi panci dengan air	H2	55							
	Mengambil korek dalam saku	H3	3							
	Menghidupkan kayu dengan korek gas	H4	14							
	Meletakan korek gas	H5	3							
	Menutup panci	H6	2							
	Memanaskan air hingga mendidih	H7	7200							

Proses	Aktivitas	Kode	Waktu Produksi	Klasifikasi *Waste*						
				Energy	***Water***	***Material***	***Garbage***	***Transportation***	***Emissions***	***Biodiversity***
	Mengambil kain dari jemuran	H8	6							
	Membuka panci	H9	3							
	Meletakan tutup panci kesamping	H10	3							
	Merendam dan mengangkat kain menggunakan tongkat	H11	130							
	Membawa kain ke tempat pembilasan	H12	12							
	Membilas kain	H13	38							
	Membawa kembali ke tempat perebusan	H14	12							
	Merendam dan mengangkat kain menggunakan tongkat kembali	H15	66							
	Membawa kain ke tempat pembilasan	H16	12							

Proses	Aktivitas	Kode	Waktu Produksi	Klasifikasi *Waste*						
				Energy	***Water***	***Material***	***Garbage***	***Transportation***	***Emissions***	***Biodiversity***
	Membilas kain	H17	68		■					
	Mencuci bersih kain	H18	81							
	Membawa kain pada jemuran	H19	9							
	Menjemur kain	H20	43455							
	mengangkat	H21	18							
	melipat kain	H22	15							
	Membawa ke tempat proses granit	H23	155							
Granit	Menyiapkan alat dan bahan	I1	240							
	Memanaskan lilin hingga cair	I2	2234	■					■	
	Mengambil kain yang telah diwarnai dasar	I3	12							
	Meletakan pada gawangan	I4	4							
	Melakukan proses granit	I5	61212	■					■	
	Melipat kain	I6	8							

Proses	Aktivitas	Kode	Waktu Produksi	Klasifikasi *Waste*						
				Energy	***Water***	***Material***	***Garbage***	***Transportation***	***Emissions***	***Biodiversity***
	Membawa ke tempat penyimpanan	I7	36							
Nembok ke-2	Menyiapkan alat dan bahan	J1	75							
	Memanaskan lilin hingga cair	J2	540							
	Mengambil kain yang telah di blok	J3	11							
	Meletakan kain dengan posisi sisi lainnya pada gawangan	J4	5							
	Menutup motif yang dikehendaki (nembok)	J5	15300							
	Melipat kain	J6	20							
	Membawa kain ke tempat pewarnaan kedua	J7	155							
Pewarnaan ke-2	Membawa kain ke tempat perendaman	K1	22							

Proses	Aktivitas	Kode	Waktu Produksi	Klasifikasi *Waste*						
				Energy	***Water***	***Material***	***Garbage***	***Transportation***	***Emissions***	***Biodiversity***
	Mengisi air bersih ke dalam Bejana	K2	264							
	Perendaman dengan air biasa	K3	6273							
	Ditiriskan	K4	78							
	Mengambil panci	K5	25							
	Mengisi panci dengan air	K6	74							
	Memanaskan air untuk larutan Napthol	K7	4000							
	Mengambil bahan Napthol dan garam	K8	640							
	Meramu bahan Napthol dan Garam	K9	180							
	Membawa panci ke Bejana	K10	15							
	Menambahkan air hangat untuk Bejana larutan Napthol	K11	6							

Proses	Aktivitas	Kode	Waktu Produksi	Klasifikasi *Waste*						
				Energy	***Water***	***Material***	***Garbage***	***Transportation***	***Emissions***	***Biodiversity***
	Mengisi Bejana kedua dengan air	K12	240							
	Memasukan ramuan garam dan naphol	K13	6							
	Memakai sarung tangan	K14	13							
	Meratakan campuran	K15	21							
	Membawa kain ke Bejana larutan Napthol	K16	8							
	Merendam kain ke dalam larutan Napthol	K17	52							
	Meniriskan kain	K18	99							
	Memindahkan ke Bejana garam napthol	K19	4							
	Merendam kain ke dalam larutan garam naphol	K20	58							
	Meniriskan kain	K21	82							

Proses	Aktivitas	Kode	Waktu Produksi	Klasifikasi *Waste*						
				Energy	***Water***	***Material***	***Garbage***	***Transportation***	***Emissions***	***Biodiversity***
	Melepaskan sarung tangan	K22	8							
	memindahkan ke dalam bak air bersih	K23	4							
	Membilas kain	K24	30							
	Meniriskan kain	K25	120							
	Memakai sarung tangan kembali	K26	9							
	Penambahan cairan	K27	14							
	Memindahkan ke Bejana larutan napthol	K28	8							
	Merendam kain ke dalam larutan naphol kedua	K29	60							
	Meniriskan kain	K30	128							
	Memindahkan ke dalam garam napthol kedua	K31	4							

Proses	Aktivitas	Kode	Waktu Produksi	Klasifikasi *Waste*						
				Energy	***Water***	***Material***	***Garbage***	***Transportation***	***Emissions***	***Biodiversity***
	Merendam kain ke dalam larutan garam naphol kedua	K32	97							
	Meniriskan kain	K33	154							
	Melepas sarung tangan	K34	8							
	memindahkan ke dalam bak air bersih	K35	8							
	Membilas kain	K36	62							
	Meniriskan kain	K37	61							
	Penambahan cairan	K38	11							
	Memakai sarung tangan kembali	K39	12							
	Memindahkan ke Bejana larutan Napthol	K40	10							
	Merendam kain ke dalam larutan naphol ketiga	K41	121							
	Meniriskan kain	K42	138							

Proses	Aktivitas	Kode	Waktu Produksi	Klasifikasi *Waste*						
				Energy	***Water***	***Material***	***Garbage***	***Transportation***	***Emissions***	***Biodiversity***
	Memindahkan ke dalam garam napthol	K43	3							
	Merendam kain ke dalam larutan garam naphol ketiga	K44	73							
	Meniriskan kain	K45	371							
	Melepas sarung tangan	K46	8							
	memindahkan ke dalam bak air bersih	K47	4							
	Membilas kain	K48	31							
	Meniriskan kain	K49	35							
	Memindahkan kejemuran	K50	7							
	Penjemuran	K51	2788							
Pelodoran ke-2	Membawa panci berukuran besar di atas perapian	L1	5							
	Mengisi panci dengan air	L2	55							
	Mengambil korek dalam saku	L3	3							

Proses	Aktivitas	Kode	Waktu Produksi	Klasifikasi *Waste*						
				Energy	***Water***	***Material***	***Garbage***	***Transportation***	***Emissions***	***Biodiversity***
	Menghidupkan kayu dengan korek gas	L4	14	■					■	
	Meletakan korek gas	L5	3							
	Menutup panci	L6	2							
	Memanaskan air hingga mendidih	L7	7200	■					■	
	Mengambil kain dari jemuran	L8	6							
	Membuka panci	L9	3							
	Meletakan tutup panci kesamping	L10	3							
	Merendam dan mengangkat kain menggunakan tongkat	L11	130							
	Membawa kain ke tempat pembilasan	L12	12							
	Membilas kain	L13	38		■					

Proses	Aktivitas	Kode	Waktu Produksi	Klasifikasi *Waste*						
				Energy	***Water***	***Material***	***Garbage***	***Transportation***	***Emissions***	***Biodiversity***
	Membawa kembali ke tempat perebusan	L14	12							
	Merendam dan mengangkat kain menggunakan tongkat kembali	L15	66							
	Membawa kain ke tempat pembilasan	L16	12							
	Membilas kain	L17	68							
	Mencuci bersih kain	L18	81							
	Membawa kain pada jemuran	L19	9							
	Menjemur kain	L20	43455							
	Membawa kain ke penyimpanan	L21	18							
Packaging	Mengambil kain dari penyimpanan	M1	10							

Proses	Aktivitas	Kode	Waktu Produksi	Klasifikasi *Waste*						
				Energy	***Water***	***Material***	***Garbage***	***Transportation***	***Emissions***	***Biodiversity***
	Melipat kain dan merapikan kain	M2	25							
	Memberi stiker	M3	4							
	Memasukan pada kemasan	M4	3							
	Membawa ke penyimpanan	M5	15							

4.2.2 Penggunaan Sumber Daya Tiap Aktivitas

Tabel di bawah ini merupakan daftar penggunaan sumber daya tiap proses Batik Tulis Wahyu Tumurun sesuai dengan kebutuhannya masing-masing

Tabel 4. 8 Penggunaan Sumber Daya Tiap Aktivitas

Pencucian Kain	Klowong	Klowong Terusan	Cecek	Cecek Terusan	Nembok 1	Pewarnaan 1	Pelorodan 1	Granit	Nembok 2	Pewarnaan 2	Pelorodan 2	*Packing*
Air 30 liter	Listrik 350 watt	Listrik 350 watt	Minyak Tanah 200 ml	Minyak Tanah 200 ml	LPG 0,0291kg	Air 5 liter	Air 12 liter	Minyak Tanah 250 ml	LPG 0,0291kg	Air 5 liter	Air 12 liter	Plastik 1 pcs

Pencucian Kain	**Klowong**	**Klowong Terusan**	**Cecek**	**Cecek Terusan**	**Nembok 1**	**Pewarnaan 1**	**Pelorodan 1**	**Granit**	**Nembok 2**	**Pewarnaan 2**	**Pelorodan 2**	***Packing***
	250 gram Lilin Malam	250 gram Lilin Malam	140 gram Lilin Malam	140 gram Lilin Malam	145,5 gram Lilin Malam	25 gram Remasol	Kayu 9 kg	250 gram Lilin Malam	145,5 gram Lilin Malam	25 gram Remasol	Kayu 8 kg	

4.2.3 Perhitungan Emisi pada *Current State Environmental Value Stream Mapping*

Berdasarkan identifikasi *waste*, serta penggunaan sumber daya tiap aktivitas, dan persamaan (4.1), maka didapatkan data seperti dibawah ini:

1. Klowong

   Konsumsi energi (EC) = 0,35 ***kW***

   Faktor Emisi (EF) = 0,725 kg ***CO_2/kWh***

   Beban emisi = 0,35 x 0,725 kg ***CO_2/kWh***

   Beban emisi = 0,253 ***kg CO_2***

2. Klowong Terusan

   Konsumsi energi (EC) = 0,35 ***kW***

   Faktor emisi (EF) = 0,725 kg ***CO_2/kWh***

   Beban Emisi = 0,35 x 0,725 kg ***CO_2/kWh***

   Beban Emisi = 0,253 ***kg CO_2***

3. Cecek

   Konsumsi emisi (EC) = 0,2 ***Liter***

   Faktor emisi (EF) = 2,58 kg ***CO_2/Liter***

   Beban emisi = 0,2 x 2,58 kg ***CO_2/Liter***

   Beban emisi = 0,516 ***kg CO_2***

4. Cecek Terusan

   Konsumsi emisi (EC) = 0,2 ***Liter***

   Faktor emisi (EF) = 2,58 kg ***CO_2/Liter***

   Beban emisi = 0,2 x 2,58 kg ***CO_2/Liter***

   Beban emisi = 0,516 ***kg CO_2***

5. Nembok 1

   Konsumsi emisi (EC) = 0,0291 ***kg***

   Faktor emisi (EF) = 2,98 kg ***CO_2/kg***

   Beban emisi = 0,0291 x 2,98 kg ***CO_2/kg***

   Beban emisi = 0,0867 ***kg CO_2***

6. Pelorodan 1

   Konsumsi emisi (EC) = 9 ***kg***

   Faktor emisi (EF) = 1,75 kg ***CO_2/kg***

   Beban emisi = 9 x 1,75 kg ***CO_2/kg***

Beban emisi = 15,75 ***kg CO_2***

7. Granit

   Konsumsi emisi (EC) = 0,25 ***Liter***

   Faktor emisi (EF) = 2,58 kg ***CO_2/Liter***

   Beban emisi = 0,25 x 2,58 kg ***CO_2/Liter***

   Beban emisi = 0,645 ***kg CO_2***

8. Nembok 2

   Konsumsi emisi (EC) = 0,0291 ***kg***

   Faktor emisi (EF) = 2,98 kg ***CO_2/kg***

   Beban emisi = 0,0291 x 2,98 kg ***CO_2/kg***

   Beban emisi = 0,0867***kg CO_2***

9. Pelorodan 2

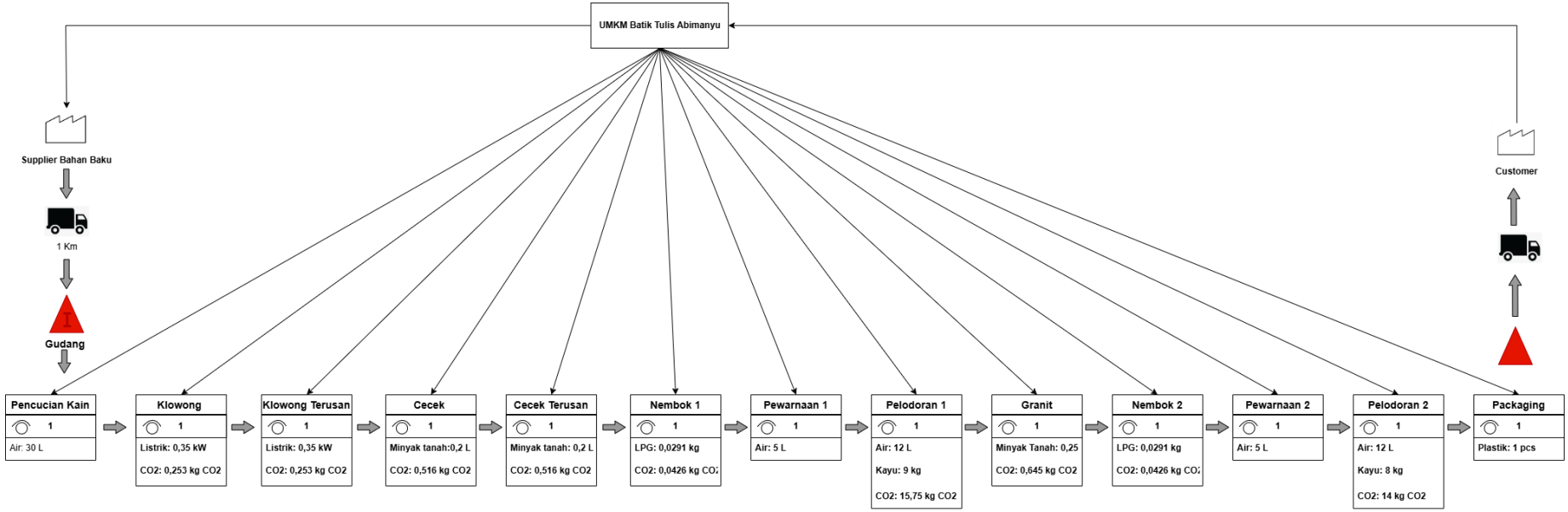
   Konsumsi emisi (EC) = 8 ***kg***

   Faktor emisi (EF) = 1,75 kg ***CO_2/kg***

   Beban emisi = 8 x 1,75 kg ***CO_2/kg***

   Beban emisi = 14 ***kg CO_2***

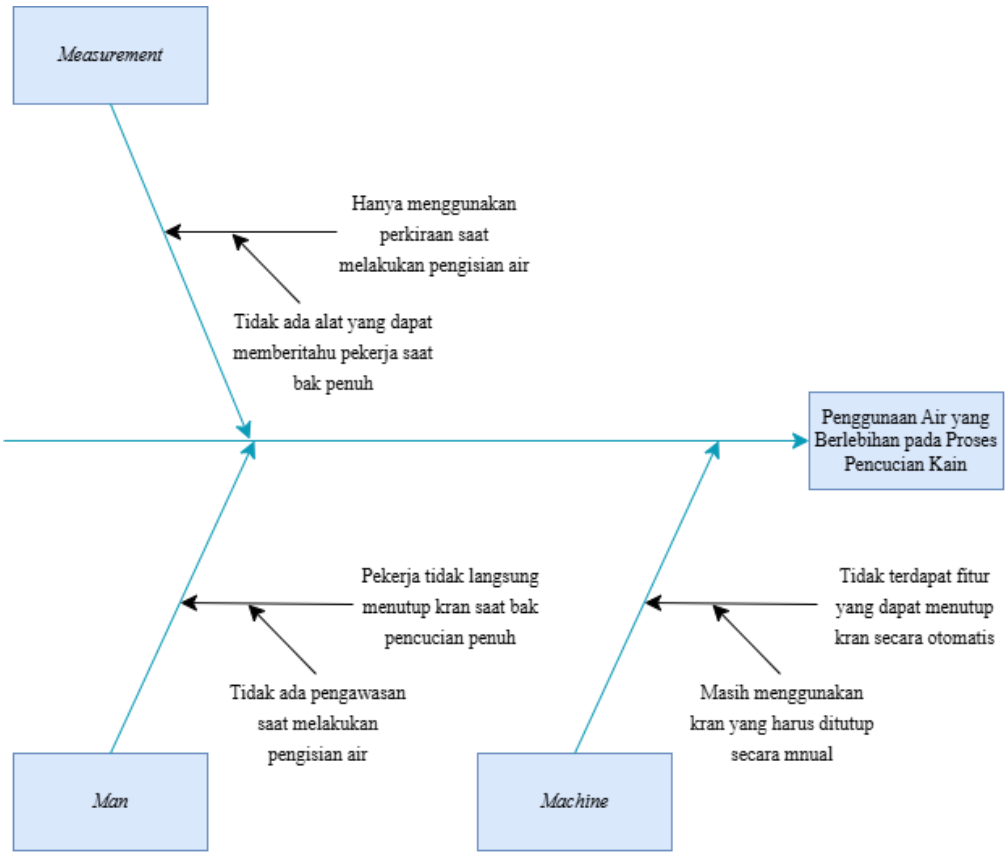
4.2.4 Current State Environmental Value Stream Mapping



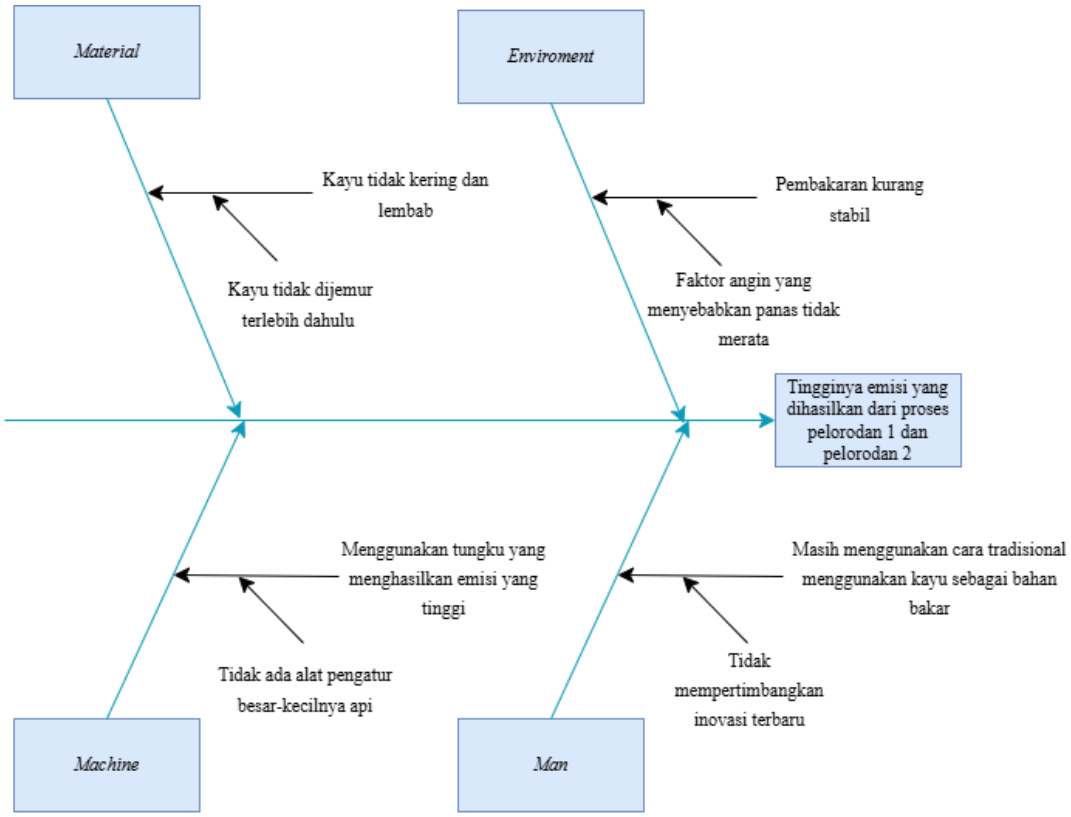
Gambar 4. 1 *Current State Environmental Value Stream Mapping*

4.2.5 Fishbone Diagram

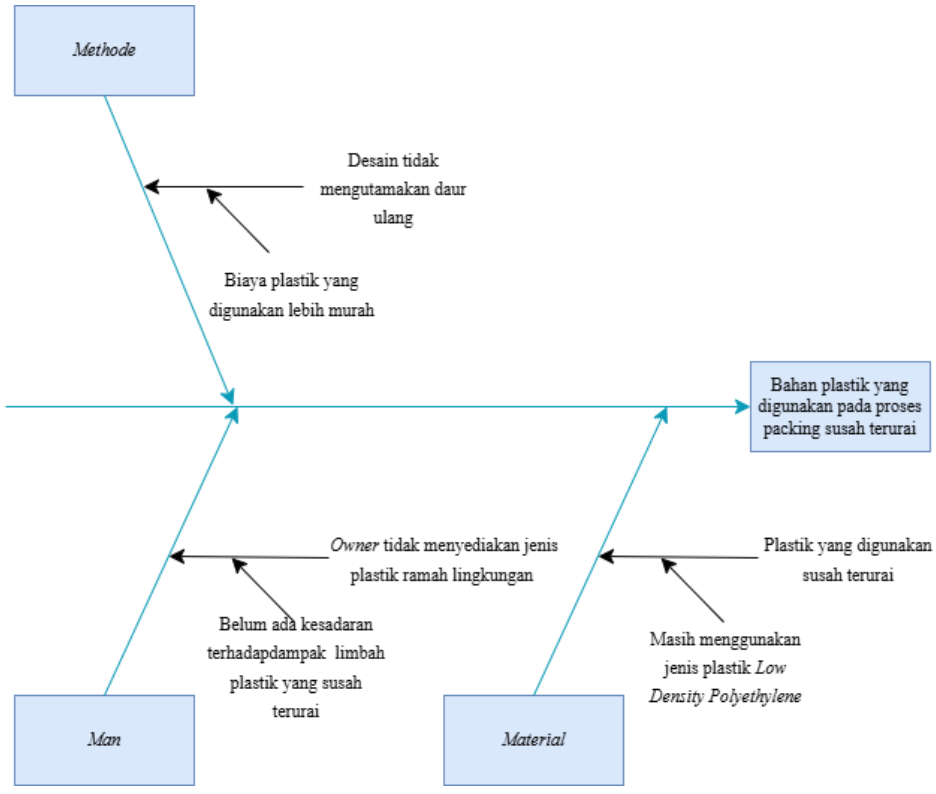
Fishbone Diagram atau diagram sebab-akibat berguna untuk mengetahui akar permasalahan khususnya *environment waste* yang terjadi pada IKM Batik Abimanyu. Ditemukan beberapa *environment waste* pada saat produksi Batik Tulis Motif Wahyu Tumurun pada IKM Batik Abimanyu yaitu *water waste, emission waste,* dan *garbage waste*. *Water waste* yang ditemukan pada IKM Batik Abimanyu yaitu penggunaan air secara berlebihan dan menghasilkan limbah produksi yang disebabkan karena pengisian air tidak ada pengawasan sehingga banyak air yang terbuang karena kran tidak langsung ditutup saat air sudah penuh. Berikutnya *emission waste* ditemukan pada proses produksi batik tulis motif wahyu tumurun dikarenakan proses produksi batik tulis menghasilkan emisi yang tinggi yang dapat berpotensi membahayakan lingkungan. *Waste* yang terakhir adalah *garbage waste* yang disebabkan oleh limbah plastik dari proses *packing* yang susah terurai. Berikut merupakan gambar *fishbone diagram* untuk *water waste, emission waste,* dan *garbage waste*:



Gambar 4. 2 *Water Waste*



Gambar 4. 3 *Emission Waste*



Gambar 4. 4 *Garbage Waste*

Tabel 4. 9 Identifikasi *water waste*

Faktor	*Cause*	Keterangan
Machine	Tidak terdapat fitur yang dapat menutup kran secara otomatis	Masih menggunakan kran buka-tutup manual sehingga tidak menutup otomatis saat air terisi penuh
Measurement	Hanya menggunakan perkiraan saat melakukan pengisian air	Tidak ada alat bantu yang dapat memberi tahu jika bak sudah terisi penuh sehingga penutupan kran berdasarkan perkiraan
Man	Pekerja tidak langsung menutup kran saat bak pencucian penuh	Pekerja tidak melakukan pengawasan terhadap pengisian bak pencucian kain

Tabel 4. 10 Identifikasi *emission waste*

Faktor	*Cause*	Keterangan
Man	Masih menggunakan cara tradisional menggunakan kayu sebagai bahan bakar	Masih menggunakan kayu sebagai bahan bakar karn sudah dilakukan sejak pertama IKM Batik Abimanyu beridri
Machine	Menggunakan tungku yang menghasilkan emisi yang tinggi	Menggunakan tungku bakar menghasilkan emisi yang tinggi karena api tidak dapat diatur besat-kecilnya
Environment	Pembakaran kurang stabil	Faktor angin disekitar tungku pembakaran menyebabkan api tidak stabil karena tertiup angin

Faktor	*Cause*	Keterangan
Material	Kayu tidak kering dan lembab	Kayun bakar yang digunakan tidak dijemur terlebih dahulu di bawah Terik matahari sehingga masih lembab saat akan digunakan

Tabel 4. 11 Identifikasi *garbage waste*

Faktor	*Cause*	Keterangan
Material	Plastik yang digunakan susah terurai	Jenis platik yng digunakan adalah *Low Density Polyethylene* sehingga susah terurai
Man	*Owner* tidak menyediakan jenis plastik ramah lingkungan	Pemilik IKM Batik Abimanyu tidak menyediakan plastik daur ulang karena kurangnya kesadaran terhadap dampak pencemaran lingkungan
Method	Desain tidak mengutamakan daur ulang	Proses desain yang dipilih tidak mengutamakan plastik daur ulang karna harga plastik yang susah terurai lebih murah disbanding plastik daur ulang

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

Metode ini berguna untuk menjabarkan hasil identifikasi dari *fishbone diagram* secara detail.

Tabel 4. 12 Rencana tindakan perbaikan pada *water waste*

Permasalahan	**5W+1H**	**Deskripsi**	**Tindakan**
Pengisian bak pencucian kain hanya berdasar perkiraan	*What*	Apa yang perlu diperbaiki?	Sistem kran pengisian yang dapat menutup dengan sendirinya saat air sudah terisi penuh
	Why	Mengapa diperlukan tindakan perbaikan?	Mencegah air meluap dari bak pencucian kain agar tidak ada pemborosan air
	Where	Dimana akan dilakukan lokasi perbaikan?	Bak pencucian kain
	When	Kapan dilakukan Tindakan perbaikan?	Sebaiknya dilakukan sesegera mungkin agar masalah pemborosan cepat terselesaikan
	Who	Siapa yang melakukan Tindakan perbaikan?	Pemilik IKM Batik Abimanyu
	How	Bagaimana cara melakukan tindakan perbaikan?	Pengadaan dan pemasangan pelampung air kran otomatis pada pengisian bak pencucian kain

Tabel.. Rencana tindakan perbaikan pada *emission waste*

Permasalahan	**5W+1H**	**Deskripsi**	**Tindakan**
Masih menggunakan tungku dan kayu sebagai bahan bakar yang menghasilkan emisi tinggi	*What*	Apa yang perlu diperbaiki?	Sistem yang dapat mengatur besat-kecilnya api pada proses pelorodan
	Why	Mengapa diperlukan tindakan perbaikan?	Agar dapat mengontrol api yang digunakan saat melakukan proses pelorodan dan tidak menimbulkan asap yang membahayakan pernafasan dan mata pekerja, serta meminimalisir emisi yang dihasilkan
	Where	Dimana akan dilakukan lokasi perbaikan?	IKM Batik Abimanyu
	When	Kapan dilakukan Tindakan perbaikan?	Sebaiknya dilakukan sesegera mungkin sebelum batik masuk tahap peloeodan 1 dan pelorodan 2
	Who	Siapa yang melakukan	Pemilik IKM Batik Abimanyu

Permasalahan	5W+1H	Deskripsi	Tindakan
		Tindakan perbaikan?	
	How	Bagaimana cara melakukan tindakan perbaikan?	Melakukan pengadaan kompor gas untuk proses pelorodan 1 dan pelorodan 2

Tabel 4. 13 Rencana tindakan perbaikan pada *garbage waste*

Permasalahan	5W+1H	Deskripsi	Tindakan
Jenis plastik yang digunakan saat *packing* merupakan plastik yang susah terurai	*What*	Apa yang perlu diperbaiki?	Jenis plastik *packing* harus diganti dengan plastik yang ramah lingkungan agar mudah terurai dan didaur ulang
	Why	Mengapa diperlukan tindakan perbaikan?	Untuk mencegah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah plastik
	Where	Dimana akan dilakukan lokasi perbaikan?	IKM Batik Abimanyu
	When	Kapan dilakukan Tindakan perbaikan?	Sebaiknya dilakukan sesegera mungkin sebelum batik sampai kepada konsumen

Permasalahan	5W+1H	Deskripsi	Tindakan
	Who	Siapa yang melakukan Tindakan perbaikan?	Pemilik IKM Batik Abimanyu
	How	Bagaimana cara melakukan tindakan perbaikan?	Mengganti bahan plastik *packing* dengan plastik yang ramah lingkungan, mudah terurai, dan dapat didaur ulang yaitu jenis *Recycled Polyethylene*

4.2.1 Tindakan Perbaikan Berdasarkan 5W+1H

Tabel 4. 14 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 pengisian bak pencucian kain	Air meluap dari bak pencucian kain karena saat pengisian tidak ada yang melakukan pengawasan dan kran yang digunakan masih manual untuk membuka dan menutup air, sehingga sering	Pelampung air kran otomatis akan dengan sendirinya menutup saat air terisi penuh pada bak pencucian kain karena melampung yang terendam oleh permukaan air membuat engsel penutup kran otomatis menutup

Masalah	Tindakan Perbaikan	Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan
		terjadi pemborosan air karena air meluap	sehingga air berhenti keluar
Masih menggunakan tungku dan kayu sebagai bahan bakar yang menghasilkan emisi tinggi	Melakukan pengadaan kompor gas 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 terkontrol karena penggunaan kompor dapat mengatur besar-kecilnya api yang dihasilkan dan tidak menimbulkan asap yang banyak sehingga tidak mencemari udara dan mengganggu organ pernapasan dan mata pekerja
Jenis plastik yang digunakan saat *packing* merupakan plastik yang susah terurai	Mengganti bahan plastik *packing* dengan plastik yang ramah lingkungan, mudah terurai, dan dapat didaur ulang yaitu jenis *Recycled Polyethylene*	Masih menggunakan bahan plastik *Low Density Polyethylene* yang susah terurai dan tidak didaur ulang yang menyebabkan pencemaran lingkungan karena sisa produksi	Mengurangi sampah plastik dan pencemaran lingkungan karena plastik bahan *Recycled Polyethylene* merupakan plastik hasil 100% daur ulang dan mudah terurai. Selain itu IKM Batik Abimanyu juga

Masalah	Tindakan Perbaikan	Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan
			berkontribusi dalam peduli lingkungan

4.2.7 Usulan Perbaikan

Terdapat beberapa usulan perbaikan yang diberikan pada IKM Batik Abimanyu untuk meminimalisir *water waste, emission waste,* dan *garbage waste* yang ditemukan pada IKM Batik Abimanyu, sehingga diperoleh beberapa usulan perbaikan guna mengurangi dampak pada lingkungan dalam proses pembuatan batik tulis.

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

Pada produksi Batik Tulis Motif Wahyu Tumurun yang berada di IKM Batik Abimanyu 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 dengan plampung agar pengisian air pada bak pencucian kain tidak berlebihan.

Teknis dari pelampung kran air otomatis yaitu pelampung yang terendam air akan otomatis membuat engsel kran tertutup sehingga air berhenti mengalir. Sehingga pekerja tidak harus menutup kran secara manual dan tidak harus menunggu dekat bak pencucian kain untuk mengetahui isi bak pencucian kain apakah sudah penuh atau belum penuh dan tidak terjadi penggunaan air yang berlebihan akibat air yang meluap dair bak pencucian kain.



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 tabung, air yang meluap dari bak selama satu menit atau setara dengan 60 detik dengan debit air 0,25 liter/detik.

- Rumus perhitungan kebutuhan penggunaan air pada proses pencucian kain:

$$\textbf{Volume Tabung} = \boldsymbol{\pi} \times \mathbf{r^2} \times \mathbf{t} \quad (4.2)$$

Keterangan:

π = 3,14

r^2 = jari-jari tabung

t = tinggi tabung

Diketahui:

π = 3,14

r^2 = 15 cm

t = 42,5 cm

Volume Tabung = $\pi \times r^2 \times t$

Volume Tabung = $3{,}14 \times 15^2 \times 42{,}5$

Volume Tabung = $3{,}14 \times 15 \times 15 \times 42{,}5$

Volume Tabung = $3{,}14 \times 15 \times 15 \times 42{,}5$

Volume Tabung = 30.026,25 cm^3

Volume Tabung = 30 Liter

- Rumus perhitungan jumlah air yang terbuang:

$$\textbf{Air yang Terbuang} = \textbf{Debit air} \times \textbf{Waktu} \quad (4.3)$$

Diketahui:

Debit air = 0,25 liter/detik

Waktu = 1 menit = 60 detik

Air yang Terbuang = 0,25 × 60

Air yang Terbuang = 15 liter

4.2.7.2 Usulan Perbaikan pada Permasalahan (Tingginya Emisi yang Dihasilkan pada Proses Pelorodan 1 dan Pelorodan 2)

Permasalahan selanjutnya pada proses produksi Batik Tulis Motif Wahyu Tumurun pada IKM Batik Abimanyu 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 kakar dan kayu sebagai bahan bakar yang menyebabkan emisi yang dihasilkan tidak dapat dikendalikan. Oleh sebab itu perlu adanya perbaikan dengan usulan pengadaan dan pemasangan yang awalnya menggunakan tungku kayu bakar menjadi kompor dengan gas *LPG* pada proses pelorodan 1 dan pelorodan 2.



Gambar 4. 6 Usulan perbaikan *emission waste*

Berdasarkan usulan yang diberikan maka terjadi perubahan penurunan emisi yang dihasilkan dari proses pelorodan 1 dan pelorodan 2. Berikut merupakan perubahan beban emisi yang dihasilkan setelah diberi usulan:

Pelorodan 1

Konsumsi emisi (EC) = 4,14 ***kg***

Faktor emisi (EF) = 2,98 kg $\boldsymbol{CO_2/kg}$

Beban emisi = 4,14 x 2,98 kg $\boldsymbol{CO_2/kg}$

Beban emisi = 12,33 $\boldsymbol{kg\ CO_2}$

Pelorodan 2

Konsumsi emisi (EC) = 3,68 ***kg***

Faktor emisi (EF) = 2,98 kg $\boldsymbol{CO_2/kg}$

Beban emisi = 3,68 x 2,98 kg $\boldsymbol{CO_2/kg}$

Beban emisi = 10,96 $\boldsymbol{kg\ CO_2}$

4.2.7.3 Usulan Perbaikan pada Permasalahan (Plastik *Packing* yang Susah Terurai)

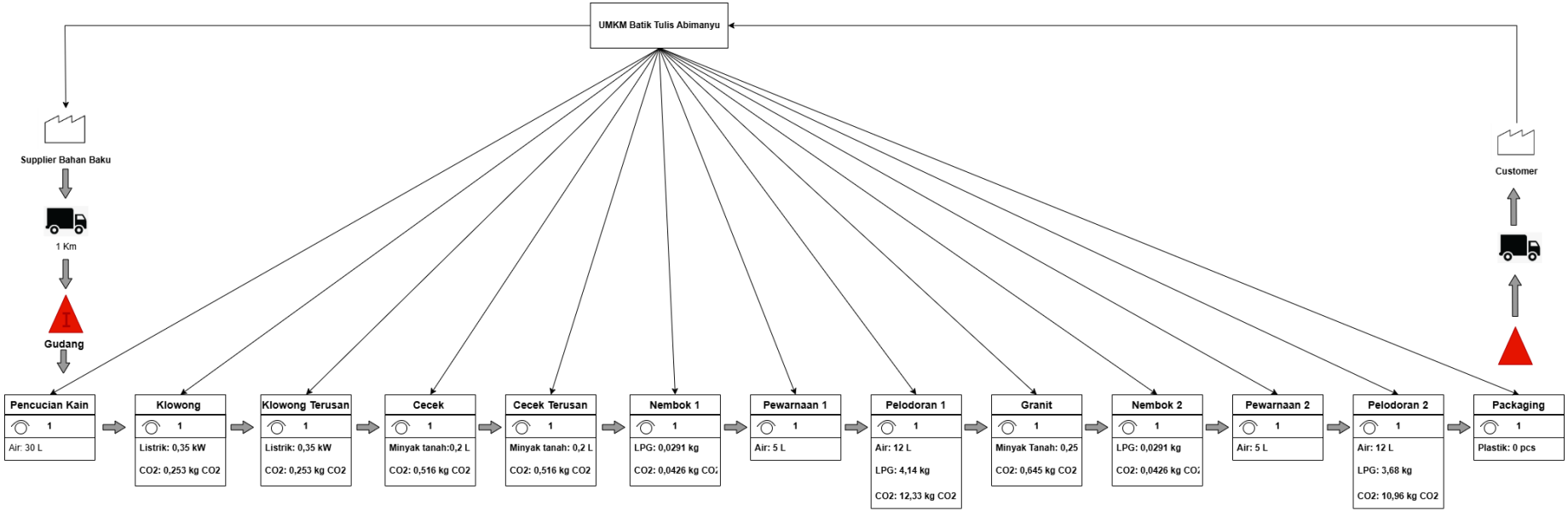


Gambar 4. 7 Usulan Perbaikan *garbage waste*

Permasalahan yang terakhir yang ditemukan pada IKM Batik Abimanyu pada proses pembuatan Batik Tulis Motif wahyu Tumurun yaitu pada limbah plastik pada proses *packing* yang susah terurai sehingga berdampak pada lingkungan. Terdapat beberapa faktor yang terdapat pada *fishbone diagram* yang salah satu faktor yang berkontribusi dalam permasalahan ini dikarenakan jenis plastik pada proses *packing* susah terurai yaitu jenis plastik *Low-Density Polyethylene.* Sehingga diberikan usulan perbaikan untuk mengganti jenis plastik *Low-Density Polyethylene* menjadi plastik yang mudah terurai dan dapat didaur ulang yaitu jenis *Recycled Polyethylene Plastik. Recycled Polyethylene Plastik* sendiri merupakan jenis plastik yang dibuat dari sampah plastik yang diolah kembali menjadi bahan baku untuk membuat produk plastik

baru. Karena daur ulang plastik merupakan salah satu cara untuk mengatasi limbah yang dapat mencemari lingkungan.

4.2.8 Future State Enviromental Value Stream Mapping



Gambar 4. 8 *Future State Environmental Value Stream Mapping*

BAB V
PEMBAHASAN

5.1 Analisis Identifikasi *Waste*

Berikut meripakan analisis dari identifikasi *seven waste environmental* yang terjadi pada IKM Batik Abimanyu:

1. *Water*

   Water waste yang terdapat pada IKM Batik Abimanyu adalah penggunaan air yang berlebihan sehingga air meluap dari bak pencucian kain

2. *Emission*

   Emission waste yang terdapat pada UKM Batik Abianyu ada beberapa aktivitas pembuatan batik antaralain proses klowong, cecek, nembok 1&2, dan pelorodan 1&2. Proses-proses tersebut membutuhkan api sehingga menghasilkan emisi.

3. *Garbage*

   Garbage Waste yang terdapat pada IKM Batik Abimanyu yaitu pada proses *packing* masih menggunakan plastik yang susah terurai jenis *low density polyethylene*

5.2 Analisis Penggunaan Sumber Daya Tiap Aktivitas

Tabel 4.8 menunjukkan rincian bahan serta sumber daya yang digunakan dalam setiap tahapan pembuatan Batik Tulis Motif wahyu Tumurun mulai dari proses pencucian kain hingga proses *packing.* Proses awal yaitu pencucian kain dengan tujuan agar kain sudah bersih sebelum akan digunakan untuk membatik. Kain yang digunakan untuk membatik adalah kain mori dengan ukuran panjang 150 cm dan lebar 250 cm. Proses berikutnya adalah klowong dan klowong terusan yang dikerjakan dengan kompor listrik yang memiliki daya 350 watt dan membutuhkan lilin malam sebanyak 250 grap untuk setiap prosesnya. Proses cecek dan cecek terusan menggunakan kompor minyak yang membutuhkan 200 ml atau 0,2 liter minyak tanah untuk setiap prosesnya dan 140 gram lilin malam untuk setiap prosesnya. Proses nembok 1 dan nembok 2 menggunakan kompor gas yang membutuhkan 0,0291 kg gas *LPG* dalam waktu 7 jam kerja dan 145,5 gram lilin malam untuk setiap prosesnya. Proses pewarnaan 1 dan pewarnaan 2 menggunakan perbandingan 1:5 untuk pencampuran antara air dengan bahan remasol sehingga jika air yang digunakan 5 liter maka bahan remasol yang dibuktuhkan adalah 25 gram. Proses pelorodan 1 menggunakan tungku

bakar kayu yang menghabiskan 9 kg kayu bakar untuk sekali prosesnya sedangkan plorodan 2 meghabiskan 8 kg kayu bakar, keduanya sama sama menmbutuhkan 12 liter air untuk setiap prosesnya. Proses granit menggunakan kompor minyak yang membutuhkan 250 ml atau 0,25 liter minyak tanah dan 250 gram lilin malam pada setiap prosesnya. Proses yang terakhir adalah *packing* yang menggunakan 1 pcs plastik yang digunakan untuk mengemas batik yang sudah jadi dan akan dikirim ke konsumen.

5.3 Analisis Perhitungan Emisi pada *Current State Enviromental Value Stream Mapping*

Telah dilakukan perhitungan emisi pada setiap proses aktivitas yang menghasilkan emisi yang terdapat pada *current state value stream mapping* didapatkan datapada setiap aktivitas produksi yang menggunakan bahan bakar diantaranya adalah proses klowong, klowong terusan, cecek, cecek terusan, nembok 1&2, pelorodan 1, granit, dan pelorodan 2. Proses klowong dan klowong terusan menggunakan energi listrik dengan konsumsi energi (EC) sebesar 0,35 ***kW*** dan faktor emisi (EF) sebesar 0,725 ***kg CO_2/kWh*** yang menghasilkan beban emisi sebesar 0,253 ***kg CO_2***. Proses cecek dan cecek terusan menggunakan bahan bakar minyak tanah dengan konsumsi energi (EC) sebesar 0,2 ***Liter*** dan faktor emisi sebesar 2,58 ***kg CO_2/Liter*** dan menghasilkan beban emisi sebesar 0,516 ***kg CO_2***. Proses nembok 1 dan nembok 2 menggunakan bahan bakar gas *LPG* dengan konsumsi energi (EC) sebesar 0,0291 ***kg*** dan faktor emisi (EF) sebesar 2,98 ***kg CO_2/kg*** yang menghasilkan beban emisi sebesar 0,0867 ***kg CO_2***. Proses pelorodan 1 menggunakan bahan bakar kayu bakar dengan konsumsi energi (EC) sebesar 9 ***kg*** dan faktor emisi (EF) sebesar 1,75 ***kg CO_2/kg*** yang menghasilkan beban emisi sebesar 15,75 ***kg CO_2***, sedangkan proses pelorodan 2 menggunakan bahan bakar kayu bakar dengan konsumsi energi (EC) sebesar 8 ***kg*** dan faktor emisi (EF) sebesar 1,75 ***kg CO_2/kg*** yang menghasilkan beban emisi sebesar 14 ***kg CO_2***. Proses granit menggunakan bahan bakar minyak tanah dengan konsumsi energi (EC) sebesar 0,25 ***Liter*** dan faktor emisi sebesar 2,58 ***kg CO_2/Liter*** dan menghasilkan beban emisi sebesar 0,645 ***kg CO_2***.

5.4 Analisis *Current State Enviromental Value Stream Mapping*

Current State Enviromental Value Stream Mapping menggambarkan aliran informasi dan dsekripsi dari material dan bahan bakan bakar yang digunakan pada setiap proses aktivitas

tentang konsisi awal suatu perusahaan disepanjang *value stream.* Berdasarkan pada Gambar 4. 1 terdapat beberapa *environmental waste* yang terindikasi antara lain adalah *water waste, emission waste,* dan *garbage waste.*

Aktivitas produksi Batik Tulis Motif Wahyu Tumurun yang membutuhkan air antaralain pencucian kain yang awalnya membutuhkan air 45 liter, pewarnaan 1 dan pewarnaan 2 membutuhkan air 5 liter, dan pelorodan 1 dan 2 membutuhkan air 12 liter. *Water waste* yang terindikasi dari penggunaan air yang berlebihan ada pada aktivitas proses pencucian kain yang dimana air pada bak pencucian meluap saat pengisian dengan total 45 liter. *Emission waste* yang dihasilkan dari aktivitas proses batik tulis antaralain adalah proses klowong dan klowong terusan yang menghasilkan beban emisi sebesar 0,253 *kg* CO_2, proses cecek dan cecek terusan menghasilkan beban emisi sebesar 0,516 *kg* CO_2, proses nembok 1 dan nembok 2 menghasilkan beban emisi sebesar 0,0867 *kg* CO_2, proses pelorodan 1 menghasilkan bebn emisi sebesar 15,75 *kg* CO_2 sedangkan proses pelorodan 2 menghasilkan beban emisi sebesar 14 *kg* CO_2, dan proses granit menghasilkan beban emisi sebesar 0,645 *kg* CO_2. *Emission waste* yang terindikasi pada prose pembuatan Batik Tulis Motif Wahyu Tumurun yaitu pada aktivitas proses pelorodan 1 dan pelorodan 2.

Garbage waste yang terdapat pada IKM Batik Abimanyu terdapat pada proses *packing* dikarenakan plastik kemasan yang digunakan merupakan jenis plastik yang susah terurai sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan.

5.5 Analisis *Fishbone Diagram*

Fishbone diagram berfungsi untuk menganalisis faktor-faktor yang menjadi penyebab terjadinya *enfiromental waste.* Berdasarkan dari analisis *current state environmental value stream mapping* yang ada pada UKM Batik Tulis Abimanyu terdapat beberapa faktor yang dapat digolongkan menjadi 6 kategori antara lain *man, machine, method, material, measurement,* dan *enviroment*.

1. *Water*

   Permasalahan yang terindentifikasi menggunakan *fishbone diagram* dengan permasalahan utama penggunaan air yang berlebihan pada proses pencucian kain, terdapat 3 faktor yang mempengaruhi yaitu *measurement* dikarenakanpada saat pengisian air pada bak pencucian masih dilakukan secara perkiraan, hal ini terjadi karena tidak ada alat bantu yang memberitahu pekerja saat bak pencucian kain sudah

penuh. Faktor *man* karena pekerja tidak langsung menutup kran air saat bak pencucian kain penuh yang disebabkan pada saat pengisian air pada bak pencucian kain tidak ada pengawasan dari pekerja. Faktor *machine* karena kran air yang digunakan masih manual sehingga kran air tidak menutup dengan sendirinya.

2. *Emission*

   Permasalahan yang terindentifikasi menggunakan *fishbone diagram* dengan permasalahan utama tingginya emisi yang dihasilkan dari proses pelorodan 1 dan pelorodan 2, terdapat 4 faktor yang mempengaruhi yaitu faktor *material* disebabkan karena kayu bakar yang digunakan dalam kondisi tidak kering dan lembab karena sebelum digunakan kayu tidak dijemur terlebih dahulu. Faktor *machine* karena penggunaan tungku bakar yang menyebabkan emisi yang tinggi dikarenakan tidak terdapat fitur untuk mengatur besar-kecilnyya api. Faktor *environmental* karena pembakaran kurang stabil yang disebabkan karena angin yang meniup api sehingga panas tidak dapat merata. Faktor *man* dikarenakan pekerja masih bergantung pada cara tradisional sehingga tidak mempertimbangkan inovasi terbaru.

3. *Garbage*

   Permasalahan yang terindentifikasi menggunakan *fishbone diagram* dengan permasalahan utama plastik yang digunakan pada proses *packing* susah terurai, terdapat 3 faktor yang mempengaruhi yaitu faktor *man* karena kurangnya kesadaran terhadap dampak lingkungan karena plastik yang digunakan susah terurai disebabkan oleh *owner* yang tidak menyediakan jenis plastik yang ramah lingkungan. Faktor *material* karena jenis bahan plastik yang digunakan susah terurai, yang disebabkan jenis plastiknya *low density polyethylene*. Faktor *method* disebabkan proses desain tidak mengutamakan daur ulang karena memiliki harga yang lebih murah.

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

Analisis 5W+1H dilakukan untuk menujukkan masalah yang terjadi secara menyeluruh berdasarkan hasil yang ditemukan pada *fishbone diagram*. Selain itu, 5W+1H juga memberikan solusi yang terjadiuntuk memperbaiki permasalahan. Hasil dari analisis 5W+1H diperoleh berbagai usulan perbaikan pada setiap *waste* yang teridentifikasi. *Water waste* yang dikarenakan pengisian pada bak pencucian kain masih dilakukan berdasarkan pekiraan oleh pekerja karena tidak alat bantu yang dapat memberikan tanda bahwa air sudah penuh, sehingga dilakukan perbaikan dengan mengganti dengan pelampung air kran

otomatis yang dapat menutup kran dengan otomatis pada saat pelampung terendam oleh air sehingga tidak ada air yang meluap saat bak pencucian kain terisi penuh.

Emission waste yang dikarenakan penggunaan tungku kayu bakar yang menghasilka emisi yang tinggi pada proses pelorodan 1 dan pelorodan 2, sehingga dilakukan perbaikan dengan melakukan penggantian dengan kompor gas (*LPG*) sehingga dapat mengatur besar-kecilnya api yang akan digunakan dan mengurangi emisi yang dihasilkan sehingga tidak mengganggu organ pernapasan dan mata pekerjanya yang dilakukan sesegera mungkin sebelum dilakukan aktivitas pelorodan 1 danpelorodan 2.

Garbage waste yang dikarenakan penggunaan bahan plastik pada proses *packing* masih menggunakan bahan yang susah terurai sehingga dilakukan perbaikan dengan mengganti plastik *packing* dengan jenis plastik *recycled polyethylene* yang dapat dilakukan oleh *owner* sebelum produk batik jadi dititribusikan kepada pelanggan.

5.7 Analisis Tindakan Perbaikan Berdasarkan 5W+1H

Berdasarkan dari tindakan perbaikan 5W+1H yang sudah dilakukan, dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan kondisi saat sebelum perbaikan dengan kondisi sesudah perbaikan. Pada permasalahan *water waste* permasalahan yang terjadi yaitu pengisian air pada bak pencucian kain masih dilakukan berdasarkan perkiraan. Sebelum dilakukan perbaikan pekerja tidak mengetahui kondisi pengisian pada bak karena tidak ada alat bantu yang dapat memberitahu pekerja saat bak terisi penuh karena tidak dilakukan pengawasan saat pengisian bak pencucian kain. Setelah dilakukan perbaikan dengan melakukan penggantian dengan pelampung air kran otomatis pekerja tidak harus melakukan pengawasan terhadap pengisian air pada bak pencucian kain karena saat pelampung terendam air makan otomatis kran akan menutup engselnya sendiri sehingga tidak terjadi pemborosan air karena air meluap dari bak pencucian kain.

Permasalahan pada *emission waste* dikarenakan tidak ada fitur mengatur besar-kecilnya api pada tunggu kayu bakar pada proses pelorodan 1 dan pelorodan 2 yang menyebabkan emisi yang tinggi. Sebelum dilakukan perbaikan emisi yang dihasilkan dari proses pelorodan 1 dan pelorodan 2 sangan tinggi dan asapnya dapat mengganggu pernapasan dan mata pekerjanya. Setelah dilakukan perbaikan dengan mengganti tungku menjadi kompor gas (*LPG*), emisi dapat terkontrol dan tidak menimbulkan emisi yang tinggi sehingga tidak mempengaruhi Kesehatan pekerja dan pencemaran lingkungan.

Permasalahan pada *garbage waste* dikarenakan masih menggunakan jenis plastik *low density polyethylene* yang merupakan bahan plastik yang susah terurai. Sebelum dilakukan perbaikan sampah dari sisa proses *packing* menyebabkan pencemaran lingkungan karena jenis bahan yang susah terurai. Setelah dilakukan perbaikan dengan mengganti plastik jenis *recycled polyethylene* dapat mengurangi sampah plastik karena bahan mudah terurai dan plastik yang digunakan merupakan plastik dari hasil daur ulang dan berkontribusi menjaga keberlanjutan lingkungan.

5.8 Analisis Usulan Perbaikan

Usulan perbaikan memberikan mitigasi pada permasalahan *water waste* yang ada karena adanya penggunaan air yang berlebihan pada proses pencucian kain yang awalnya hanya dilakukan dengan perkiraan sehingga terdapat air yang meluap dari bak karna tidak dilakukan pengawasan oleh pekerja lalu diusulkan dengan pemasangan pelampung air kran otomatis, sehingga pekerja tidah harus melakukan pengawasan pada saat melakukan pengisian air pada bak pencucian kain dan tidak ada air yang terbuang karena plampung air kran otomatis dapat mematikan kran secara otomatis saat plampung sudah terendam air. Sehingga air yang dibutuhkan sesuai dengan volume bak yaitu 30 liter yang awalnya air yang digunakan 45 liter karna terdapat 15 liter air yang terbuang.

Permasalahan *emission waste* yang ada yaitu emisi yang dihasilkan dari proses pelorodan 1 dan pelorodan 2 tinggi karena emisi pembakaran yang dihasilkan oleh kayu bakar tidak dapat dikendalikan oleh karena itu disulkan untuk melakukan pergantian dengan kompor gas (*LPG*) agar terdapat fitur untuk mengatur besar-kecilnya api yang digunakan sehingga emisi yang dihasilkan dapat terkendali. Hasil emisi yang dihasilkan pada saat masih menggunakan tungku kayu bakar pada proses pelorodan 1 sebesar 15,75 *kg* CO_2 dan proses pelorodan 2 sebesar 14 *kg* CO_2 lalu saat dilakukan usulan perbaikan melakukan penggantian dengan kompor gas (LPG) emisi yang dihasilkan pada pelorodan 1 menjadi sebesar 12,33 *kg* CO_2 dan pelorodan 2 menjadi sebesar 10,96 *kg* CO_2 karena terhadap penyetaraan konsumsi energi (EC) dari *LPG* terhadap kayu bakar yang dimana 1 kg kayu bakar setara dengan 0,46 kg *LPG*.

Permasalahan pada *garbage waste* yang ada yaitu penggunaan plastik *packing* masih menggunakan jenis plastik *low dsenity polyethylene* yang susah terurai oleh karena itu dilakukan usulan perbaikan dengan mengganti plastik jenis *recycled polyethylene* agar

sampah yang dihasilkan dari sisa produksi dapat didahur ulang kembali dan tidak berpotensi merusak lingkungan.

5.9 Analisis *Future State Environmental Value Stream Mapping*

Tabel 4. 15 persentase penurunan pada *water waste, emission waste,* dan *garbage waste*

Faktor *waste*	**CSEVSM**	**FSEVSM**	**Selisih penurunan**	**Persentase penurunan**
Water	79	64	15	18,99%
Emission	32,10	25,37	6,73	20,96%
Garbage	1	0	1	100%

Setelah dilakukan usulan perbaikan berdasarkan analisis *fishbone diagram* dalam proses produksi Batik Tulis Motif Wahyu Tumurun pada IKM Batik Abimanyu yang tervisualisasi pada *future state environmental value stream mapping* terjadi perubahan *environmental waste* yang terjadi pada *water waste, emission waste*, dan *garbage waste*. *Water waste* yang merupakan penggunaan air secara berlebihan mengalami penurunan yang total awalnya 79 liter air turun menjadi 64 liter air dengan selisih penurunan sebanyak15 liter air yang presesntase penurunannya 18,99%.

Emission waste pada proses pelorodan 1 yang awalnya menghasilkan beban emisi sebesar 15,75 *kg* CO_2 turun menjadi 12,33 *kg* CO_2 dan pelorodan 2 yang awalnya menghasilkan beban emisi sebesar 14 *kg* CO_2 turun menjadi 10,96 *kg* CO_2. Total dari seluruh beban emisi yang dihasilkan dari setiap aktivitas produksi sebesar 32,10 *kg* CO_2 turun menjadi 25,37 *kg* CO_2 dengan selisih penurunan sebesar 6,73 *kg* CO_2 yang persentase penurunannya 20,96%.

Garbage waste pada proses *packing* mendapatkan persentase 100% karena penggantian bahan plastik jenis *recycled polyethylene* yang mudah terurai dan didaur ulang sehinnga tidak tersisa sisa plastik hasil proses *packing* yang dapat mencemari lingkungan.

BAB VI
PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah:

1. *Environmental waste* yang teridentifikasi pada proses pembuatan Batik Tulis Motif Wahyu Tumurun pada IKM Batik Abimanyu adalah *water waste, emission waste,* dan *garbage waste. Water waste* terjadi pada saat proses pencucian kain yang dimana penggunaan air secara berlebihan. *Emission waste* terjadi pada proses pelorodan 1 dan pelorodan 2 karena menghasilkan beban emisi yang tinggi. Sedangkan *garbage waste* terjadi saat proses akhir yaitu proses *packing* karena limbah plastik yang susah terurai.
2. Penyebab permasalahan dari penggunaan air yang berlebihan adalah pengisian pada bak pencucian kain yang tumpah saat sudah penuh karena pengisian air hanya dilakukan berdasarkan perkiraan saja dan tidak terdapat fitur kran yang menutup secara otomatis. Penyebab permasalahan pada hasil emisi yang tinggi dikarenakan kayu bakar tidak dalam kondisi kering dan lembab, dan pembakaran tidak stabil, penggunaan tungku kayu bakar menghasilkan emisi yang tinggi dan tidak dapat terkendali, dan bahan bakar masih bergantung pada kayu bakar. Penyebab permasalahan pada limbah plastik sisa produksi susah terurai adalah jenis plastik yang digunakan susah terurai, *owner* tidak menyediakan jenis plastik yang ramah lingkungan, dan desain tidak mengutamakan daur ulang.
3. Usulan perbaikan yang diusulkan adalah melakukan pengadaan dan pemasangan pelampung air kran otomatis, serta mengganti tungku kayu bakar menjadi kompor gas (LPG), dan mengganti plastik pada *packing* menjadi plastik berjenis *recycled polyethylene.*
4. Perubahan nilai *water waste* yang awalnya 79 liter turun menjadi 64 liter dengan persentase penurunan 18,99% dari total penggunaan air dengan melakukan pengadaan dan pemasangan pelampung air kran otomatis. Perubahan nilai *emission waste* yang awalnya 32,10 *kg* CO_2 turun menjadi 25,37 *kg* CO_2 dengan persentase 20,96% dengan melakukan pengadaan dan pemasangan kompor gas (*LPG*). Perubahan nilai *garbage waste* dengan melakukan penggntian plastik jenis *recycled polyethylene* berdampak

pada penurunan limbah plastik hasil sisa produksi sebesar 100% karena plastik mudah terurai dan dapat didaur ulang.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan kepada IKM Batik Abimanyu:

1. Selalu mengutamakan proses produksi batik tulis yang ramah terhadap lingkungan
2. Meninjau ulang bahan baku yang akan digunakan agar tidak mengganggu keberlangsungan lingkungan hidup dan meminimalisir pemborosan
3. Dapat mengimplementasikan usulan perbaikan yang diberikan oleh peneliti agar tidak terjadi *environmental waste*

DAFTAR PUSTAKA

Aisyah, S. (2020). Perencanaan Lean Manufacturing Untuk Mengurangi Pemborosan Menggunakan Metode Value Stream Mapping Pada PT Y Indonesia. *Jurnal Optimasi Teknik Industri*.

Armyanto, H. D., jumhariyanto, & Mulyadi, a. (2020). Penerapan Lean Manufacturing dengan Metode VSM dan FMEA untuk Mereduksi Pemborosan Produksi Sarden. *Jurnal Energi Dan Manufaktur* .

Atlas, M., & Florida, R. (1998). *Green Manufacturing.* CRS Press.

Bappenas. (2014). Pedoman Teknis Perhitungan Baseline Emisi Gas Rumah Kaca. Dalam *Buku I Landasan Ilmiah* (hal. 1-60).

D, R., S, S. D., F, M., & S, L. (2013). Pengelolaan Produksi Menggunakan Pendekatan Lean and Green Untuk Menuju Industri Batik yang Berkelanjutan (Studi Kasus di UKM Batik Puspa Kencana). *J@TI UNDIP : Jurnal Teknik Industri*, 43-50.

Deif, A. M. (2011). A system model for green manufacturing. *Journal of Cleaner Production.*

Dües, C. M., Tan, K. H., & Lim, M. (2013). Green as the New Lean: How to Use Lean Practices as a Catalyst to Greening Your Supply Chain. *Journal of Cleaner Production, 40,*.

Fernando, Y. C., & Noya, S. (2014). Optimasi Lini Produksi Dengan Value Stream Mapping dan Value Stream Analysis Tools . *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*.

Gaspersz, V. (2007). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Services Industries.* Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Gaspersz, V., & Fontana, A. (2011). *Lean Six Sigma for Manufacturing ad Service Industries.* Bogor: Vinchristo Publication.

Hessing, T. (2019). *Cause and Effect Diagram (aka Ishikawa, Fishbone).* Diambil kembali dari https://sixsigmastudyguide.com/cause-effect-diagram-akaishikawa-fishbone-herringbone-fishikawa/

Hidayatno, A., & Floria, N. P. (2012). Penerapan Environmental Value Stream Mapping (EVSM) Sebagai Basis Rancangan Usulan Pengurangan Dampak Negatif Lingkungan Pada Industri Kemasan.

Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *The seven value stream mapping tools*.

Hines, P., & Rich, N. (1997). *The Seven Value Stream mapping Tools, International of operations & Production Management.* University Press.

Hutami, F. A., Sudiarso, A., & Herliansyah, M. K. (2021). Waste Identification on Writing Batik Production Process using Lean Manufacturing Approavh with Value Stream Mapping Method (case study: Batik Tulis Giriloyo.

I.D.Paul, G.P.Bhole, & J.R.Chaudhari. (2014). A Review on Green Manufacturing: It's Important, Methodology and its Application. *Precedia Materials Science*.

Ikatrinasari, Z. F., Hasibuan, S., & Kosasih, K. (2018). *The Implementation Lean and Green Manufacturing through Sustainable Value Stream Mapping.* Jakarta: IOP Publishing LTD.

James P. Womack, D. T. (2007). *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production-- Toyota's Secret Weapon in the Global Car Wars That Is Now Revolutionizing World Industry.*

Johansson, G., & Winroth, M. (2019). Lean vs Green Manufacturing: Similarities and Difference.

Kholila, M., Sa'diyah, F., Suparnoa, A., & Hasan, S. B. (2021). Implementation of Lean Manufacturing and Waste Minimization to Overcome Delay in Metering Regulating System Fabrication Process using Value Stream Mapping and VALSATMethod Approach (Case Study: Company YS). *International Journal of Advanced Technology in Mechanical,Mechatronics and Materials*.

Lestari, K., & Susandi, D. (2019). Penerapan Lean Manufacturing untuk mengidentifikasi waste pada proses produksi kain knitting di lantai produksi PT. XYZ.

Liker, & Jeffrey, K. (2004). *The Toyota Way.* Amerika: Mc. Grawhill.

O'Brien, J. A. (2002). *Management Information Systems. Managing Information Technology in the E-Business Enterprise.* New York City: 5th Edition, Irwan McGraw-Hill.

OECD. (2024). *Education at a Glance 2024: OECD Indicators.* Paris: OECD Publishing.

Poswa, F., Adenuga, O. T., & Mpofu, K. (2022). Productivity Improvement Using Simulated Value Stream Mapping: A Case Study of the Truck Manufacturing Industry.

Prabowo, R., & Suryanto, A. P. (2019). Implementasi Lean dan Green Manufacturing Guna Meningkatkan Sustainability Pada PT. Sekar Lima Pratama. *Jurnal SENOPATI : Sustainability, Ergonomics, Optimization, and Application of Industrial Engineering*.

Pratama, D. B., & Susilawati, A. (2021). Productivity Analysis of Crude Palm Oil (CPO) in PT. Ramajaya Pramukti Using Value Stream Mapping Approach. *Journal of Ocean, Mechanical and Aerospcace-science and engineering*.

Purwanto, H. S., & Astuti, R. D. (2019). Perbaikan Line Balancing Proses Packing Tablet Xyz Menggunakan Metode Ranked Positional Weight Di Pt. Y. Performa Media Ilmiah Teknik Industri.

Riyanto, O. A., Siswadi, & Mardiana, F. (2018). Implementation of Green Manufacturing in Traditional Batik SME to Reduce Waste of Raw Materials and Waste Water. *International Journal of Science and Engineering Investigations*.

Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to See; Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda.* Cambridge: Lean Enterpise Institute.

Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (t.thn.). *Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process.*

Samnur, S., & Irfan, A. M. (2011). . Analisis Kesetaraan Nilai Kalor LPG dengan Biogas.

Sharma, M., & Kodali, R. (2008). TQM Implementation Elements for Manufacturing Excellence. *The TQM Magazine, 20*.

Singgih, M. L., & Afida, N. (2008). Peningkatan Produktivitas Melalui Usaha Waste Reduction Dengan Pendekatan Green Productivity (Studi Kasus : PT Ecco Tannery Indonesia).

Sirajudeen, R. S., & Krishnan, K. A. (2022). Application of lean manufacturing using value stream mapping (VSM) in precast component manufacturing: A case study.

Suhardi, B., Hastuti, F. S., Jauhari, W. A., & Laksono, P. W. (2021). Waste reduction in barwon dining chair production process using the failure mode and effect analysis (fmea) method on CV. Valasindo Sentra Usaha.

Tajinan, K. (2022, Desember 13). *Batik Tulis Karya Binaan TP-PKK Kecamatan tajinan*. Diambil kembali dari Kecamatan Tajinan: https://tajinan.malangkab.go.id/pd/detail?title=Kecamatan%20Tajinan-batik-karya-binaan-tp-pkk-kecamatan-tajinan

Vinodh, S., Arvind, K. R., & Somanaathan, M. (2010). Tools and Techniques for Enabling Sustainability through Lean Initiatives. *Clean Technologies and Envirolmental Policy*.

Wills, B. (2009). *Green Intentions: Creating a Green Value Stream to Compete and Win.* Boca Raton: CRC.

Wills, B. (2009). *Green Intentions: Creating a Green Value Stream to Compete and Win.* New York: Productivity Press Taylor & Francis Group.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production, Toyota's Secret Weapon in the Global Car Wars That Is Now Revolutionizing World Industry.* New York: Free Press.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1991). *he Machine That Changed the World.* New York: Harper Collins.

Wulandari, R. E., & Bulan, S. J. (2019). Penerapan Analytical Hierarchy Process (AHP) Dalam Perangkingan Bengkel Mobil Terbaik di Kota Kupang. *Jurnal teknologi Terpadu*.

Yunanto, R. (2019). *Tingkat Green Manufacturing Pada UKM Batik Pewarna Alam di Gemawang Ambarawa.*

LAMPIRAN



