

**ANALISIS METODE *GREEN LEAN MANUFACTURING* MENGGUNAKAN  
*ENVIRONMENTAL VALUE STREAM MAPPING*  
(STUDI KASUS : BATIK PLENTONG)**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1  
Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**



**Disusun Oleh :**

**Nama : Dwi Ayu Moniandari**  
**NIM : 14522324**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2018**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah saya akui karya ini adalah hasil karya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual maka saya bersedia ijazah yang saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, September 2018



Dwi Ayu Moniandari

14522324

# BATIK PLENTONG

Jl. Tirtodipuran No. 48, Kota Yogyakarta. Telp. 373777

---

## SURAT KETERANGAN PENELITIAN

Nama yang bersangkutan dibawah ini telah melakukan penelitian di Batik Plentong dan telah diberikan izin untuk mempublikasi hasil penelitian yang telah dilakukan pada perusahaan.

Nama : Dwi Ayu Moniandari

NIM : 14522324

Judul Penelitian :

**ANALISIS METODE *GREEN LEAN MANUFACTURING*  
DENGAN MENGGUNAKAN *ENVIRONMENTAL VALUE  
STREAM MAPPING* DAN *VALSAT* UNTUK  
MEREDUKSI *WASTE* GUNA MENINGKATKAN  
PRODUKTIVITAS  
(STUDI KASUS : BATIK PLENTONG)**

Waktu Penelitian : Agustus 2018 – September 2018

Demikian surat ini sebagai bukti keterangan resmi dari Batik Plentong untuk peneliti agar dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya.

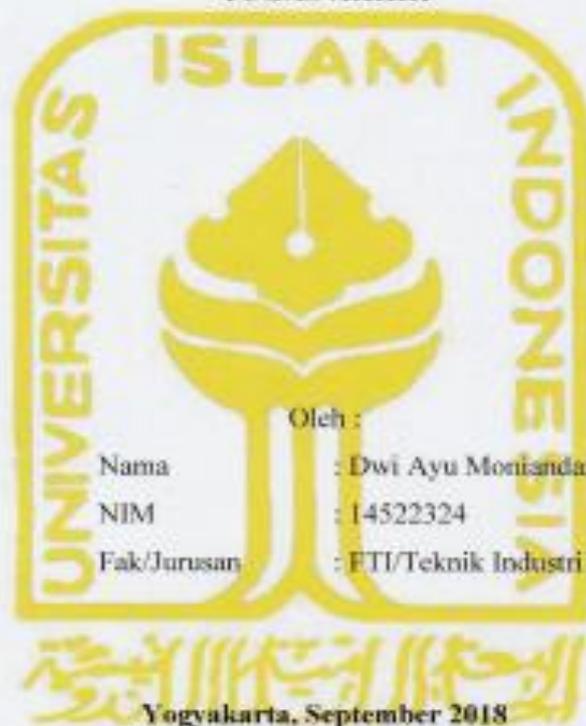
Yogyakarta, 20 September 2018

  
(Siti Widayati Laksmi)

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**ANALISIS METODE *GREEN LEAN MANUFACTURING* MENGGUNAKAN  
*ENVIRONMENTAL VALUE STREAM MAPPING*  
(STUDI KASUS : BATIK PLENTONG)**

**TUGAS AKHIR**



**Menyetujui  
Pembimbing**

**Agus Mansur, S.T., MEng.Sc**

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**

**ANALISIS METODE *GREEN LEAN MANUFACTURING* MENGGUNAKAN  
*ENVIRONMENTAL VALUE STREAM MAPPING*  
(STUDI KASUS : BATIK PLENTONG)**

**TUGAS AKHIR**

Oleh :

Nama : Dwi Ayu Moniandari

NIM : 14 522 324

Fakultas/Jurusan: FTI/Teknik Industri

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

Yogyakarta, September 2018

Tim Penguji

Agus Mansur, S.T., M.Eng.Sc  
Ketua

Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M.  
Anggota I

Sri Indrawati, S.T., M.Eng.  
Anggota II



Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Industri



## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada Bapak dan Ibu yang selalu mendoakan dan memberi dukungan serta kasih sayang.

Seluruh keluarga besar yang sudah memberikan motivasi dan dukungannya.

Sahabat-sahabat yang selalu membantu, memberi motivasi serta menyemangati selama masa perkuliahan.

## **MOTTO**

*“Sebaik-baiknya manusia adalah yang bermanfaat bagi orang lain”*

(HR, Ahmad, Thabrani, Darqunti)

## KATA PENGANTAR

### **Assalamualaikum Wr.Wb**

Alhamdulillahirabbil'alamiin. Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya dan tidak lupa shalawat serta salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir pada Batik Plentong yang berjudul “**ANALISIS METODE *GREEN LEAN MANUFACTURING* MENGGUNAKAN *ENVIRONMENTAL VALUE STREAM MAPPING* (STUDI KASUS : BATIK PLENTONG)**”

Penulis menyadari tanpa adanya bimbingan, saran serta motivasi dari semua pihak maka penulisan Tugas Akhir ini tidak akan berjalan dengan lancar. Untuk itu ijinkanlah saya menyampaikan terimakasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berjasa dalam rangka menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr Taufiq Immawan, S.T., M.M selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Agus Mansur S.T.,M.Eng.Sc selaku pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan kepada saya.
4. Batik Plentong yang telah memberikan kesempatan untuk saya dapat blajar dan melakukan penelitian. Pak Hadi selaku kepala bagian produksi serta seluruh pekerja bagian produksi yang membantu selama proses pengambilan data.
5. Kedua orang tua saya Bapak Bambang Sundariyomo dan Ibu Narni Retnowati yang senantiasa memberikan dukungan, motivasi, dan doa sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dan berjalan lancar.
6. Fahmi Husaini Sanum yang banyak membantu, memberikan semangat dan motivasi serta selalu ada disaat peneliti mengalami kesusahan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
7. Modest Daily Team. Ulfia Rahmi, Ade Meutia Ulfah, dan Septiani Dwi H yang telah banyak memberikan bantuan dan dukungan selama masa perkuliahan dari awal hingga akhir.
8. Kepada Siska, Ros, Dio, Gilang yang selalu memberi hiburan selama masa perkuliahan.
9. Teman-teman Teknik Industri terutama angkatan 2014 yang telah menemani, dan membantu selama masa perkuliahan.
10. Dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, penulis ucapkan terimakasih dan semoga Allah membalas kebaikan kalian.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna masih banyak terdapat kekurangan. Untuk itu, kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan demi kesempurnaan penulisan dimasa yang akan datang. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat digunakan sebagai mana mestinya serta berguna bagi penulis khususnya dan bagi pembaca yang berminat. Amiin Yaa Robbal ‘Aalamin.

**Wassalamu’alaikum Wr. Wb.**

## ABSTRAK

Munculnya beberapa permasalahan lingkungan sekitar diakibatkan dari meningkatnya jumlah produksi sebagai imbas dari perkembangan industri yang semakin pesat. Sebelumnya sistem operasi hanya melihat pada minimnya biaya yang dikeluarkan namun di era sekarang sistem operasi diharapkan juga sadar terhadap permasalahan lingkungan, pemakaian bahan baku yang bisa didaur ulang, dan ramah terhadap lingkungan. Salah satu penggerak perekonomian di Indonesia adalah Industri Kecil Menengah (IKM). Batik Plentong merupakan salah satu IKM yang menghasilkan produk batik tulis dan batik cap. Proses produksi yang dilakukan pada perusahaan batik cenderung dilakukan secara tradisional. Kesederhanaan pada proses industri batik memicu pemborosan atau tidak efisiennya penggunaan bahan baku serta energi. Terdapat permasalahan pada Batik Plentong yaitu adanya keluhan dari pelanggan karena adanya perbedaan waktu target produksi dengan waktu siklus produksi sehingga adanya keterlambatan produk sampai ke tangan konsumen. Serta adanya penggunaan bahan kimia berbahaya sehingga menghasilkan limbah yang dapat memberikan dampak buruk pada lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis aktivitas produksi dan memberikan usulan perbaikan melalui pendekatan *environmental value stream mapping* dengan *detail mapping* menggunakan *value stream analysis tools*. Hasil yang diperoleh melalui desain *future state mapping* diantaranya perubahan yang terjadi adalah pengurangan total waktu produksi dari 125989.76 detik/batch menjadi 95356.74 detik/batch. Total waktu yang dikurangi sebanyak 24,14%. Aktivitas *value added* bertambah dari 66,161% menjadi 86,48% melalui perbaikan menggunakan *process activity mapping*, perbaikan tata letak, dan usulan kaizen. Pengambilan sampel air limbah yang telah diolah untuk di uji di laboratorium hasilnya nilai BOD dan COD melebihi baku mutu air limbah batik menurut peraturan DIY nomor 7 tahun 2016. Penambah konsentrasi tawas perlu dilakukan untuk menurunkan nilai COD yang tinggi dalam air dan memperkecil partikel dengan menghaluskan ukuran tawas untuk mempercepat proses pengolahan limbah dengan menaikkan tingkat kelarutan dalam air limbah.

Kata kunci : *Pemborosan, Lean manufacturing, value stream mapping, waktu siklus, Process Activity Mapping.*

## DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN .....	ii
SURAT SELESAI PENELITIAN TUGAS AKHIR .....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
MOTTO .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	6
KAJIAN LITERATUR.....	6
2.1 Kajian Empiris .....	6
2.2 Konsep <i>Lean Manufacturing</i> .....	9
2.3 Konsep <i>Green Manufacturing</i> .....	10
2.4 Perbandingan <i>Lean Manufacturing</i> dan <i>Green Manufacturing</i> .....	10
2.5 Konsep Pemborosan ( <i>Waste</i> ) .....	12
2.5.1 Pemborosan ( <i>Waste</i> ) .....	12
2.5.2 <i>Environmental Waste</i> .....	13

2.6	<i>Value Stream Mapping (VSM)</i> .....	14
2.7	<i>Environmental Value Stream Mapping (EVSM)</i> .....	16
2.8	<i>Value Stream Analysis Tool (VALSAT)</i> .....	16
2.9	<i>Anlytic Hierarchy Process (AHP)</i> .....	17
BAB III .....		19
METODOLOGI PENELITIAN .....		19
3.1	Objek Penelitian .....	19
3.2	Jenis Data .....	19
3.2.1	Data Primer .....	19
3.2.2	Data Sekunder .....	19
3.3	Metode Pengumpulan Data .....	19
3.4	Metode Pengolahan Data .....	20
3.5	Pengolahan Data.....	20
3.5.1	Pembobotan Kuisoner 7 Pemborosan dengan Menggunakan Metode <i>Anlytic Hierarchy Process (AHP)</i> .....	21
3.5.2	<i>Value Stream Analisis Tools (VALSAT)</i> .....	21
3.5.3	<i>Environmental Value Stream Mapping (EVSM)</i> .....	22
3.5.4	<i>Future State Environmental Value Stream Mapping (FSEVSM)</i> .....	22
3.6	Hasil dan Pembahasan.....	23
3.7	Rekomendasi Perbaikan .....	23
3.8	Kesimpulan dan Saran.....	23
3.9	Kerangka Penelitian .....	23
BAB IV .....		27
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....		27
4.1	Pengumpulan Data .....	27
4.1.1	Proses Produksi.....	27
4.1.2	Data Produksi.....	29
4.1.3	Tata Letak Produksi .....	29
4.2	Pengolahan Data.....	30
4.2.1	Aspek Manufaktur .....	30
4.2.2	Aspek Lingkungan .....	66
4.2.3	<i>Environmental Value Stream Mapping (EVSM)</i> .....	71
4.3	Rekomendasi Perbaikan .....	73

4.3.1	Analisis 5W 1H pada jenis pemborosan .....	73
4.3.2	Perbaikan Melalui Konsep Kaizen .....	77
4.3.3	Usulan Perbaikan <i>Process Activity Mapping</i> .....	78
4.3.4	Usulan perbaikan pada aspek lingkungan.....	86
4.3.5	<i>Future State Value Stream Mapping</i> .....	87
BAB V .....		89
PEMBAHASAN .....		89
5.1	Analisis <i>Current State Environmental Value Stream Mapping</i> .....	89
5.2	Identifikasi Pemborosan.....	89
5.3	Analisis Hasil Pemilihan Tools dengan Metode VALSAT .....	92
5.4	Usulan Perbaikan .....	94
5.4.1	Analisis Perbaikan Melalui Konsep Kaizen .....	94
5.4.2	Perbaikan Berdasarkan <i>Process Activity Mapping</i> .....	97
5.4.3	Analisis Usulan Perbaikan Pada Aspek Lingkungan.....	98
5.5	Analisis <i>Future State Environmental Value Stream Mapping</i> .....	99
BAB VI.....		103
PENUTUP .....		103
6.1	Kesimpulan .....	103
6.2	Saran.....	104
DAFTAR PUSTAKA .....		105
LAMPIRAN.....		110

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu .....	6
Tabel 2. 2 Filosofi <i>Green</i> dan <i>Lean Manufacturing</i> .....	11
Tabel 4. 1 Aktivitas Proses Produksi .....	30
Tabel 4. 2 Uji Kecukupan Data .....	33
Tabel 4. 3 Waktu Siklus.....	36
Tabel 4. 4 Perbandingan antar Faktor Berpasangan Pemborosan .....	39
Tabel 4. 5 Hasil Transformasi <i>Pairwise Comparison</i> .....	39
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Total Bobot dan <i>Consistency Ratio</i> .....	40
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan VALSAT .....	41
Tabel 4. 8 Jumlah Operator.....	41
Tabel 4. 9 <i>Available Time</i> .....	42
Tabel 4. 10 <i>Process Activity Mapping</i> .....	62
Tabel 4. 11 Total Waktu .....	66
Tabel 4. 12 Perbandingan Berpasangan antara Faktor Pemborosan Lingkungan .....	67
Tabel 4. 13 Hasil Transformasi <i>Pairwise Comparison</i> .....	67
Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan Total Bobot dan <i>Consistency Ratio</i> .....	68
Tabel 4. 15 Identifikasi Pemborosan .....	68
Tabel 4. 16 Konsumsi Air.....	69
Tabel 4. 17 Konsumsi Energi .....	69
Tabel 4. 18 Penggunaan Material .....	70
Tabel 4. 19 Limbah .....	70
Tabel 4. 20 5W 1H.....	74
Tabel 4. 21 Perbaikan Kaizen .....	77
Tabel 4. 22 Usulan Process Activity Mapping .....	79

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Matriks VALSAT (Hines & Rich, 1997).....	16
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian.....	24
Gambar 4. 1 Proses Produksi Batik Cap Truntum.....	27
Gambar 4. 2 Tata Letak Produksi .....	29
Gambar 4. 3 <i>Current State</i> E-VSM .....	72
Gambar 4. 4 <i>Future State Value Stream Mapping</i> .....	88

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam upaya mempertahankan eksistensi perusahaan dilakukan berbagai strategi dan kebijakan sehingga tercapainya produktivitas serta efisiensi perusahaan yang semakin meningkat guna mendorong perusahaan untuk dapat menang dalam kompetisi pasar (Walpole, 1997). Terdapat beberapa faktor yang menghambat tercapainya produktivitas beberapa diantaranya yaitu ditemukan adanya pemborosan saat proses produksi dilakukan. Efisiensi perusahaan terancam berkurang akibat adanya pemborosan (*waste*) (Pujotomo & Raditya, 2011).

Selain itu tantangan lainnya adalah seiring dengan meningkatnya jumlah produksi menyebabkan munculnya beberapa permasalahan lingkungan sekitar. Sebelumnya sistem operasi hanya melihat pada minimnya biaya yang dikeluarkan namun di era sekarang sistem operasi diharapkan juga sadar terhadap permasalahan lingkungan, pemakaian bahan baku yang bisa didaur ulang, dan ramah terhadap lingkungan (Prasetya & Lukiastuti, 2009).

Di tahun 2004 industri manufaktur menjadi penyumbang sebesar tiga puluh enam persen emisi gas rumah kaca yang dikeluarkan melalui buangan atau limbah yang berdampak terhadap lingkungan dan sepertiganya dari pemakaian energi di dunia (UNEP, 2004).

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).

Industri Kecil Menengah (IKM) merupakan salah satu penggerak perekonomian di Indonesia. Jumlah Industri Kecil Menengah di Indonesia mencapai 90% dari total industri. Daerah Yogyakarta sendiri terdapat 57.665 IKM. Batik merupakan salah satu industri yang banyak ditemui di Yogyakarta. Beberapa daerah sentra industri batik yang ada di DIY yaitu prawirotaman, kecamatan keraton, dan mergangsan.

Rinawati dkk dalam penelitiannya di UKM Batik Puspa Kencana pada proses produksinya mendapati adanya empat pemborosan yaitu *innappropriate processing*, *defect*, *waiting*, dan *overproduction* yang menyebabkan terjadinya inefisiensi dalam produksi batik (Rinawati D. I., Sari, WP, Muljadi, & Lestari, 2013).

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. (Rinawati D. , Sari, Susanto, Muljadi, & Lestari, 2013)

Permasalahan tersebut ditemui pada industri kecil menengah salah satunya Batik Plentong yang berada di Yogyakarta. Batik Plentong merupakan industri kecil menengah berada di Kota Yogyakarta yang memproduksi berbagai macam batik, terdapat dua jenis batik yang diproduksi yaitu batik cap dan batik tulis. Berdasarkan data perusahaan menunjukkan adanya perbedaan waktu antara waktu aktual dengan waktu target produksi. Rata-rata waktu produksi untuk pesanan 150 potong adalah 39 hari, sedangkan waktu target produksi adalah 30 hari. Hal tersebut menyebabkan adanya keluhan dari konsumen. Seluruh proses produksi di Batik Plentong masih menggunakan peralatan yang manual atau tradisional. Batik Plentong menggunakan bahan kimia seperti indigosol, HCL, naptol dalam proses pewarnaannya. Kemudian penggunaan air saat proses pewarnaan pada Batik Plentong sebanyak 94.75 Lt/kain sedangkan rata-rata penggunaan air untuk proses pewarnaan sebesar 50Lt/kain (Indrayani, 2004) dan Balai besar kerajinan dan batik yogyakarta. Berdasarkan permasalahan tersebut diketahui bahwa adanya perbedaan antara kondisi aktual dengan kondisi yang diharapkan dan terdapat *environmental waste* pada Batik Plentong.

*Waste* adalah segala kegiatan pada saat proses produksi yang tidak menciptakan atau memiliki nilai tambah (Liker & Meier, 2006). Untuk mengurangi maupun menghilangkan pemborosan (*waste*) maka perusahaan dapat menggunakan metode *lean manufacturing* (Fernando & Noya, 2014). Pemborosan dapat dihindari dengan menerapkan konsep dari *Lean manufacturing*, tidak hanya itu *Lean manufacturing* juga bisa meningkatkan kinerja di lingkup produksi jadi lebih baik walau dengan ruang yang minim, inventori dan jam kerja yang sedikit (Womack, Jones, & Roos, 1991).

Salah satu alat (*tools*) yang dapat dipakai dalam penerapan *lean* guna mengetahui adanya pemborosan (*waste*) saat proses produksi adalah *Value Stream Mapping* (VSM) (Fernando & Noya, 2014). *Value Stream Mapping* (VSM) adalah metode 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, 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**

Berdasarkan latar belakang, dapat dibuat rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana Rancangan *Future State Environmental Value Stream Mapping* dan rekomendasi untuk mengeliminasi *waste* dan *environmental waste* di Batik Plentong.

## **1.3 Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini terdapat batasan masalah agar penelitian yang dilakukan sesuai dengan tujuan penelitian. Berikut batasan masalah dari penelitian ini:

1. Penelitian dilakukan di Batik Plentong Yogyakarta.
2. Data yang digunakan berkaitan dengan proses produksi serta faktor-faktor dalam proses produksi.
3. Data penelitian menggunakan data dari produk batik cap truntum saja.
4. Menitikberatkan pada buangan atau pemborosan yang berpengaruh terhadap lingkungan.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dilakukan penelitian ini yaitu untuk membuat desain *Future State Environmental Value Stream Mapping* dan memberikan rekomendasi untuk mengeliminasi *waste* dan *environmental waste* di Batik Plentong.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

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 Batik Plentong.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan digunakan untuk memberikan gambaran susunan dalam penelitian ini. Berikut merupakan sistematika penulisan dalam penelitian ini:

## **BAB I PENDAHULUAN**

Dalam bab ini berisikan latar belakang permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini, batasan masalah yang diteliti, tujuan dari penelitian yang dilakukan, manfaat yang didapat dari dilaksanakannya penelitian ini, dan sistematika penelitian.

## **BAB II KAJIAN LITERATUR**

Bab ini menjelaskan konsep dasar untuk menyelesaikan permasalahan yang akan diteliti. Kemudian dalam bab ini juga berisikan penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya dengan permasalahan yang terkait dengan masalah yang diangkat dalam penelitian ini.

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Berisi model atau teknik yang digunakan dalam menyelesaikan masalah, data apa saja yang digunakan, serta kerangka penelitian dan bagan alir yang menjelaskan runtutan tata cara penelitian.

## **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bab ini berisikan cara pengambilan data dalam penelitian ini, pengolahan data serta analisis dan hasil. Analisis dan hasil ini dapat dijabarkan dengan menggunakan tabel, grafik maupun gambar.

## **BAB V PEMBAHASAN**

Hasil-hasil yang telah diperoleh sebelumnya kemudian akan disesuaikan dengan latar belakang, rumusan masalah dan tujuan dari penelitian yang dilakukan sehingga akan menghasilkan sebuah kesimpulan dan rekomendasi.

## **BAB VI KESIMPULAN DAN REKOMENDASI**

Pemaparan hasil penelitian yang telah dicapai dengan memberi sebuah kesimpulan yang menjawab rumusan masalah dan memberikan rekomendasi atau saran berdasarkan hasil yang telah didapat.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Berisikan seluruh sumber kajian literatur yang digunakan dalam penelitian ini sebagai dasar dari penelitian yang dilakukan.

## **LAMPIRAN**

## BAB II

### KAJIAN LITERATUR

Pada kajian literatur dibahas mengenai landasan teori yang digunakan peneliti dalam melakukan penelitian. Selain landasan teori peneliti juga melakukan kajian empiris yang berkaitan dengan permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini.

#### 2.1 Kajian Empiris

Kajian empiris menjadi acuan dalam melakukan penelitian ini dalam pengembangan metode yang akan digunakan. Berikut merupakan penelitian sebelumnya menggunakan metode terkait yang dipaparkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

Nama	Metode	Hasil	Tahun
Yosua Caesar Fernando dan Sunday Noya	VALSAT dan VSM	Penerapan tersebut menghasilkan nilai <i>lead time</i> dan <i>cycle time</i> menjadi lebih besar dari sebelum penerapan.  Bertambahnya nilai <i>lead time</i> dan <i>cyle time</i> diikuti bertambahnya jumlah produksi per detik. Ini berarti kapasitas produksi mengalami peningkatan.  Peningkatan tersebut disebabkan oleh adanya upaya penghilangan <i>waste</i> dan modifikasi aktivitas kerja, dengan begitu jika ini mampu diimplementasikan disemua bagian proses produksi maka perbaikan akan signifikan.	(2014)
Goldie Salamah Intifada dan Witantyo	VALSAT	VALSAT digunakan untuk memberikan rekomendasi berdasarkan analisa.  Rekomendasi yang diberikan yaitu jenis <i>waiting</i> . Awalnya total pengerjaan selama 4965,6 hari menjadi 4916,6 hari. Tujuan dari penelitian ini untuk menggambarkan situasi dan kondisi pada pelaksanaan proyek mulai	(2012)

Nama	Metode	Hasil	Tahun
		dari perencanaan proyek hingga barang siap dikirim untuk pemesan	
Thomas Prayogo dan Tanti Octavia	VSM	<p>Tujuan penelitian ini untuk mengetahui adanya <i>waste</i> dan memberikan usulan perbaikan untuk mengurangi pemborosan (<i>waste</i>) di gudang.</p> <p>Dengan memetakan alur kegiatan pada gudang menggunakan VSM, didapatkan dua jenis pemborosan (<i>waste</i>) yaitu pada transportasi dan menunggu. Hasil analisis menunjukkan <i>waste</i> dapat dikurangi masing-masing 50,5% dan 100%.</p>	(2013)
Nitin Upadhe dan Durgesh Sharma	AHP	<p>Dalam metode ini bobot <i>leanness</i> akan dipertimbangkan untuk pengambilan keputusan. Faktor yang ada dalam penerapan sistem <i>lean manufacturing</i> diidentifikasi serta dianalisis secara terstruktur menggunakan <i>Analytical Hierarchy Approach</i> (AHP).</p> <p>Kriteria dan sub kriteria dianalisis kemudian diseleksi perbandingan maupun peringkat berdasarkan kinerja, dengan diketahui peringkat pemasok maka akan membantu penilaian dan peningkatan pemasok.</p> <p>Keunggulan menggunakan metode <i>Anlytic Hierarchy Process</i> (AHP) yaitu untuk meminimalkan adanya bias pada saat proses pengambilan keputusan dengan menganalisis pandangan manajerial tentang faktor-faktor penting dalam penerapan <i>lean manufacturing</i>.</p>	(2016)
Muhammad Anugrah, Emsosfi Zaini, dan Rispianda	VSM dan WAM	<p><i>Waste</i> yang ditemukan yaitu lamanya waktu operator mencari bahan baku, adanya produk cacat, dan adanya kelebihan produksi (<i>overproduction</i>).</p> <p>Metode dalam <i>Lean Manufacturing</i> yang dipakai yaitu <i>Value Stream Mapping</i> (VSM) dan <i>Waste Aseessment Model</i> (WAM). VSM digunakan untuk menyajikan gambaran pembuatan produk dari awal hingga akhir</p>	(2016)

Nama	Metode	Hasil	Tahun
		sedangkan WAM digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan yang paling dominan.	
		Dengan pendekatan <i>lean manufacturing</i> di hasilkan waktu <i>non value added</i> (NVA) dapat dikurangi sebesar 964 detik pada roda slinding serta waktu NVA berkurang sebesar 900 detik pada roda katrol.	
K. Ventaraman dan Vijaya Ramnath	VSM dan AHP	Penggunaan AHP dalam penelitian ini untuk pengambilan keputusan pada proses sistem manufactur. Hasil dari implementasi <i>lean manufacturing</i> ini dapat menghilangkan 8 aktivitas yang tidak bernilai tambah seperti kelebihan produksi, waktu menunggu, pergerakan transportasi yang tidak perlu, cacat, kreativitas pekerja yang tidak terpakai. Selain itu waktu tunggu dapat berkurang 40%, menurunkan kecatatan, proses yang lebih tinggi dapat dicapai, tercapainya permintaan pelanggan terhadap lot kecil.	(2014)
Akhmad Hidayatno dan Nina Putri Floria	EVSM	Menjelaskan penggunaan <i>environmental value stream mapping</i> untuk mereduksi pemborosan serta dampak terhadap lingkungan. Penelitian ini menemukan produk teridentifikasi terdapat materi berbahaya, proses inspeksi yang termasuk dalam waste overprocessing, besarnya tingkat cacat di proses slitting yang berakibat environmental waste yaitu sampah produksi. Perbaikan yang diberikan berupa penghematan dari segi ekonomi sekaligus lingkungan.	(2012)
Sparks	Sus-VSM	Menggunakan VSM tradisional sekaligus menggambarkan aspek keberlanjutan yaitu lingkungan dan masyarakat. Menggunakan metrik faktor ekonomi, sosial dan lingkungan. Hasil dari penerapan Sus-VSM ini dapat memenuhi tujuan.	(2014)

Nama	Metode	Hasil	Tahun
Yuchu Hung dan Masayoshi Tomizuka	EVSM	Dimana tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi performance dari desain current facility yang telah dibuat dengan menggunakan metode EVSM.  Kemudian nantinya memberi beberapa strategi untuk mengurangi pemakaian energi dan biaya produksi. Didapat pengurangan emisi sebesar 46%, mengurangi leadtime sebesar 27%.	(2017)
Dwi Ayu Moniandari	EVSM, VALSAT	Diharapkan dapat mengurangi waktu siklus produksi dan mengurangi environmental waste yaitu limbah hasil pewarnaan, lorod dan setelah pengecapan.	(2018)

Perbedaan penelitian yang dilakukan dengan penelitian terdahulu adalah pada penelitian ini menggunakan pendekatan *lean manufacturing* untuk meminimasi atau mengeliminasi adanya pemborosan (*waste*) pada proses produksi di Batik Plentong Yogyakarta dengan perpaduan antara *environmental* dan *value stream mapping* (VSM) menjadi *Environmental value Stream Mapping* (EVSM) yang dimana tidak hanya melihat dari pemborosan tradisional yang ada namun juga menitikberatkan pada lingkungan dan menggunakan integrasi *value stream analysis tools* (VALSAT) sebagai metode penelitiannya.

Untuk pembobotan 7 *waste* pada VALSAT maka digunakan metode pendukung yaitu *Analitycal Hierarchy Process* (AHP) untuk mengurangi bias pada saat pengambilan keputusan sehingga lebih objektif. Pada penelitian sebelumnya VALSAT hanya berupa penilaian secara subjektif saja sehingga pada penelitian ini metode VALSAT yang digunakan untuk memilih tools akan dibantu oleh penggunaan *Analitycal Hierarchy Process* (AHP). Setelah itu dihasilkan rekomendasi perbaikan *Future State Environmental Value Stream Mapping* (FSEVSM) sehingga diharapkan dapat meningkatkan produktivitas.

## 2.2 Konsep *Lean Manufacturing*

Upaya yang dilakukan terus menerus (*continous improvement efforts*) guna menaikkan nilai tambah (*value added*) pada barang atau jasa dan memberi nilai kepada pelanggan

dengan perbaikan serta mengeliminasi dan menghilangkan aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non value added*) merupakan definisi dari *lean*. (Gasperz & Fontana, 2011). Melalui metode *continuous improvement* ini dapat meningkatkan output dan produktivitas. *Continous improvement* merupakan tindakan perbaikan secara bertahap dan terus menerus. Tujuan utama *Lean Manufacturing* yaitu mengurangi atau menghilangkan pemborosan (*waste*).

Lean manufacturing terlahir dari teknik-teknik peningkatan kualitas yang diperkenalkan Toyota pada dunia manufaktur seperti *just in time*, *one piece flow*, *jidoka*, *heijunka*, dan *kaizen* (Liker, *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*, 2004).

### **2.3 Konsep Green Manufacturing**

*Green manufacturing* merupakan suatu sistem produksi khususnya proses produksi dimana *input* yang digunakan memiliki dampak lingkungan yang rendah dan efisien dengan *output* yang sedikit bahkan tidak ada limbah maupun polusi (Atlas & Florida, 1998). *Green manufacturing* ini erat kaitannya dengan keberlanjutan atau sustainability manufacturing.

Tujuan dari *Green manufacturing* yaitu mengurangi atau menghilangkan polusi pada udara, air, tanah dan limbah untuk meminimalkan resiko terhadap manusia dan makhluk hidup lainnya dengan integrasi berlanjut dari proses industri dan produk (Berkel, Willems, & Lafleur, 1997). *Green manufacturing* sebagai metode untuk meminimalkan limbah dan polusi dengan desain proses dan produk dimana lebih menitikberatkan investasi pada perbaikan proses produksi daripada teknologi (Amaranti, Irianto, & Govindraju, 2017)

### **2.4 Perbandingan 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, *leadtime*, organisasi, dan rantai pasok. Namun *green* berfokus pada penghilangan atau pengurangan limbah lingkungan (Dües, Tan, & Lim, 2013). Terdapat tiga jenis hubungan *lean* dan *green* yaitu yang pertama keduanya saling melengkapi satu sama lain, kedua gabungan dari keduanya akan menghasilkan performansi yang lebih baik, dan terakhir hubungan

timbang balik antara *lean* dan reduksi *environmental waste* (Hallam & Contreras, 2016).  
Tabel 2.2 menunjukkan Filosofi Green dan Lean Manufacturing (Dües, Tan, & Lim, 2013)

Tabel 2. 2 Filosofi *Green* dan *Lean Manufacturing*

Parameter	Lean	Green	Lean dan Green Overlap
Focus	Cost reduction, Flexibility	Sustainable development and ecological impact	Focus :waste reduction waste reduction techniques people and organisation lead time reduction supply chain relationship KPI: service level tools/practices
Waste	7 wastes	Inefficient use of resources, non product output (scrap and emissions)	
Customer	Driven by cost, satisfied by cost and lead time reduction	Conscience driven, satisfied by helping him to be more environmentally friendly	
Manufacturing	High average utilization,JIT	Remanufacturing capabilities	
Product Design	Maximise performance, Minimize cost	Life Cycle Assessment	
Practice	Increase replenishment frequency Meningkatkan frekuensi pengisian ulang	Reduce replenishment frequency	
KPI	Cost	CO2	
End of Life	No concern for impact of product use or end of life recovery	Consideration of impact of product use and end of life recovery in form of re-use or recycling	
Dominant cost	Physical cost biaya fisik	Cost for future generations	
Principal Tool	Lean Value Stream Mapping	Life Cycle Assessment	

## 2.5 Konsep Pemborosan (*Waste*)

### 2.5.1 Pemborosan (*Waste*)

Pemborosan (*waste*) pertama kali ditemukan oleh Taiichi Ohno dan dalam bahasa Jepang *waste* disebut dengan muda. Segala kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah kepada suatu pada saat proses produksi disebut *waste*. Terdapat 7 *waste* dalam sistem produksi Toyota yaitu diantaranya (Hines & Rich, 1997).

1. *Overproduction* (Produksi Berlebih)

Waktu produksi dilakukan lebih awal atau kuantitas barang yang di produksi lebih besar dari yang diperlukan pelanggan. Lebihnya produksi barang dapat menyebabkan aliran arus barang menjadi terhambat kualitas serta produktifitasnya. Dengan adanya produksi yang berlebih juga berdampak pada waktu penyimpanan berlebih sehingga hanya akan menambah biaya, pemborosan konsumsi material.

2. *Waiting* (Menunggu)

Waktu menunggu akan menyebabkan jalur kerja menjadi tidak seimbang sebab satu proses telah selesai dikerjakan namun proses selanjutnya belum selesai mengerjakan produk sebelumnya sehingga tidak bisa dilanjutkan, belum tersedianya komponen atau material, operator menunda pekerjaannya atau menganggur dengan menganggur tidak melakukan apa-apa maka tidak akan memberikan nilai tambah terhadap suatu produk.

3. *Transportation* (Memindahkan Benda Kerja)

Transportasi tidak memberikan nilai tambah terhadap barang atau produk. Dengan pemindahan ini bahkan dapat menyebabkan kerusakan pada barang pada saat proses perpindahan berlangsung.

4. *Unnecessary Inventory* (Persediaan yang tidak memberikan nilai tambah)

Persediaan yang tidak perlu karena kelebihan bahan baku maupun kelebihan barang jadi cenderung meningkatkan *lead time* dan waktu tunggu, dapat menciptakan biaya penyimpanan yang signifikan sehingga dapat menurunkan daya saing atau *value stream*, barang menjadi rusak / cacat, lamanya waktu *set up*.

5. *Defect* (Produk Cacat)

Produk cacat jelas akan mengganggu produksi dan membutuhkan pekerjaan ulang yang membuang waktu mengeluarkan biaya tambahan.

6. *Unnecessary Motion* (Gerak Kerja Tidak Perlu)

Gerakan dalam bekerja kebanyakan tidak memiliki nilai tambah seperti mengambil benda, membawa benda ini dapat disebabkan tata letak meja kerja atau tempat kerja yang tidak sesuai atau terlalu berjauhan hingga terjadi gerakan-gerakan yang tidak memiliki nilai tambah ini dapat dihindari dengan penataan tempat kerja.

7. *Inappropriate Processing* (Pemborosan Proses)

Pemrosesan yang tidak tepat, tata kelola mesin yang buruk dapat menyebabkan transportasi menjadi berlebihan. Alat dan desain produk yang buruk menyebabkan pengolahan menjadi tidak efisien.

Karena tidak melibatkan dan mendengarkan karyawan dapat menyebabkan kehilangan waktu, keterampilan, perbaikan serta kesempatan belajar.

### **2.5.2 *Environmental Waste***

Terdapat tujuh limbah lingkungan (*environment waste*) yang berpengaruh terhadap lingkungan sekitar, Berikut merupakan seven environment waste (Wills B. , 2009) :

1. *Energy waste*

Pemborosan atau limbah energi ini merupakan salah satu penyumbang terbesar dari dampak negatif pada lingkungan. Pemborosan energi yang dimaksud yaitu berupa konsumsi energi listrik dan bahan bakar. Penggunaan energi terbarukan merupakan tujuan utama menghilangkan pemborosan energi.

2. *Water waste*

Pemborosan atau limbah air yaitu berasal dari konsumsi air yang melebihi dari yang dibutuhkan selain membuang-buang air baik yang terkontaminasi maupun tidak juga hanya akan menambah biaya. 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* ini berasal dari bahan baku yang digunakan tidak dapat digunakan kembali atau di daur ulang dan bahkan mengandung bahan yang berbahaya, itu hanya akan menjadi kerugian dalam hal ekonomi bahkan dapat berdampak negatif terhadap lingkungan. Sehingga yang dibutuhkan yaitu mendesain dan membuat produk menggunakan bahan yang dapat didaur ulang atau dapat digunakan kembali tanpa toksisitas. Tujuan utama yaitu menghilangkan limbah material dengan cara material digunakan 100 persen.

4. *Garbage waste*

*Garbage waste* ini berasal dari sesuatu yang dibeli atau dibayar dan hanya akan dibuang selain itu akan berdampak negatif untuk lingkungan. Sehingga diharapkan total sampah dapat dihilangkan dengan menghasilkan sampah yang dapat didaur ulang kembali 100 persen maupun membuang sampah yang mudah terurai.

5. *Transportation waste*

*Transportation waste* berasal dari penggunaan moda transportasi yang berlebihan dan tidak diperlukan sehingga hanya akan menambah biaya dan pembakaran bahan bakar akan berdampak negatif terhadap lingkungan. Fokus dari limbah transportasi ini yaitu moda transportasi dan jarak yang ditempuh bukan pada emisi dan konsumsi bahan bakar. Dengan menghilangkan *transportation waste* maka keuntungan ekonomi pun dapat diperoleh.

6. *Emissions waste*

*Emission waste* ini merupakan penyumbang yang besar terhadap polusi udara dan menyebabkan pemanasan global.

7. *Biodiversity waste*

*Biodiversity waste* ini dapat berupa pembangunan infrastruktur yang menyebabkan penghancuran secara langsung flora, fauna dan organisme selain itu pengambilan sumber daya alam yang berlebih juga termasuk dalam *biodiversity waste*.

## **2.6 Value Stream Mapping (VSM)**

Semua kegiatan baik yang menambah nilai (*value added*) maupun tidak bernilai tambah (*non value added*) yang diperlukan dalam memproduksi produk lewat aliran proses

produksi utama disebut *value stream*. *Value Stream Mapping* (VSM) merupakan pemetaan aliran proses yang didalamnya ada aliran baik informasi maupun aliran material guna merancang metode performansi yang lebih baik (Womack, Value Stream Mapping, 2006).

*Value Stream Mapping* (VSM) merupakan diagram yang menggambarkan aliran bahan baku serta aliran informasi yang diperlukan dalam rangka membawa produk atau jasa sampai ke konsumen.

Dengan *tools* ini kegiatan yang dapat menghasilkan nilai tambah (*value added*) dan kegiatan yang tidak menghasilkan nilai tambah (*non value added*) dapat dibedakan dan diketahui, sehingga perusahaan dapat meminimalkan maupun mengeliminasi kegiatan yang menyebabkan pemborosan (*waste*) atau tidak menghasilkan nilai tambah (*non value added*) kepada produk. *Waste* yang ditemukan dalam penggambaran value stream tersebut harus dieliminasi (Wilson & Lonnie, 2010). Parameter yang digunakan dalam menyusun value stream mapping yaitu: (Rother & Shook, 2009)

1. *Inventory lead time* yaitu waktu tunggu suatu barang untuk diproses dalam proses selanjutnya.
2. *Resource* yaitu seluruh sumber daya yang dipakai untuk memproduksi sebuah produk.
3. *Cycle time* yaitu waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaan.
4. *Lead time* yaitu waktu untuk menyelesaikan keseluruhan proses dari awal hingga produk jadi.
5. *Waiting time* yaitu waktu menunggu suatu aktivitas sampai akhirnya dapat dikerjakan atau diproses.
6. *Transportation time* yaitu waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan dari tempat awal ke tempat lain.

Terdapat dua tipe dalam *Value Stream Mapping* yaitu sebagai berikut (daonil,2012) :

1. *Current state mapping* dapat didefinisikan sebagai kondisi *value stream* saat ini dengan menggunakan beberapa simbol dan gambaran untuk menyatakan pemborosan yang terjadi sepanjang *value stream* untuk perbaikan.

2. *Future state mapping* yaitu perubahan *lean* yang di kehendaki untuk masa mendatang.

### 2.7 *Environmental Value Stream Mapping (EVSM)*

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. Dengan mengetahui dampak terhadap lingkungan tersebut maka diharapkan dapat menerapkan teknik atau pendekatan yang ramah lingkungan untuk mendukung hal tersebut maka dibuat sebuah *road map* (Wills B. , 2009).

Tujuan dari EVSM yaitu mengeliminasi pemborosan yang berdampak terhadap lingkungan sehingga dapat meningkatkan efisiensi produksi. Pemborosan (*waste*) yang digunakan dalam EVSM yaitu tujuh *environmental waste* diantaranya adalah energi, air, material, sampah produksi, transportasi, emisi, dan keanekaragaman hayati (Wills B. , 2009).

### 2.8 *Value Stream Analysis Tool (VALSAT)*

*Value Stream Analysis Tools (VALSAT)* adalah metode yang digunakan dalam pembobotan terhadap *waste* yang ada, kemudian hasil pembobotan digunakan untuk pemilihan *tool* dengan menggunakan matriks. Penyebab pemborosan pada proses produksi dapat ditemukan dengan menggunakan alat bantu VALSAT (Hines & Rich, 1997). Berikut Gambar yang merupakan matriks VALSAT (Hines & Rich, 1997):

Wastes/structure	Mapping tool						Physical structure (a) volume (b) value
	Process activity mapping	Supply chain response matrix	Production variety funnel	Quality filter mapping	Demand amplification mapping	Decision point analysis	
Overproduction	L	M		L	M	M	
Waiting	H	H	L		M	M	
Transport	H						L
Inappropriate processing	H		M	L		L	
Unnecessary inventory	M	H	M		H	M	L
Unnecessary motion	H	L					
Defects	L			H			
Overall structure	L	L	M	L	H	M	H

Notes: H =High correlation and usefulness  
M = Medium correlation and usefulness  
L = Low correlation and usefulness

Gambar 2. 1 Matriks VALSAT (Hines & Rich, 1997)

## 2.9 Analytic Hierarchy Process (AHP)

(Satty, 1980) memperkenalkan *Anlytic Hierarchy Process* (AHP) sebagai alat yang efektif dalam pengambilan keputusan yang kompleks. *Anlytic Hierarchy Process* (AHP) membantu menetapkan prioritas dan pengambil keputusan terbaik. Keputusan yang kompleks, subjektif dan objektif dapat dibaca oleh AHP yang kemudian mengecek konsistensi evaluasi alternatif pengambilan keputusan, sehingga dapat mengurangi bias dalam proses pengambilan keputusan.

<b>Intensitas Kepentingan</b>	<b>Keterangan</b>
1	Kedua elemen sama pentingnya
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya
9	Satu elemen mutlak penting dari pada elemen lainnya
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan-pertimbangan yang berdekatan

Gambar 2. 2 Tingkat Kepentingan AHP

Langkah-langkah dasar dalam *Anlytic Hierarchy Process* (AHP) yaitu (Upadhye & Sharma, 2016) :

1. Paparkan permasalahannya
2. Perluas tujuan dari masalah dan mempertimbangkan faktor, tujuan dan hasilnya.
3. Identifikasi kriteria-kriteria yang mempengaruhi perilaku
4. Susun masalah dalam hierarki tingkat yang berbeda yang merupakan sasaran, kriteria, sub kriteria dan alternatif.
5. Bandingkan setiap elemen di tingkat yang sesuai pada skala numerik
6. Lakukan perhitungan untuk mengetahui eigen maksimum, indeks konsistensi CI, rasio konsistensi CR, dan nilai normal untuk setiap kriteria atau alternatif.
7. Jika nilai eigen maksimum, CI, dan CR memuaskan maka keputusan diambil berdasarkan nilai yang dinormalisasi, jika tidak, maka prosedur diulangi sampai nilai pada kisaran yang diinginkan.

Keunggulan menggunakan metode *Anlytic Hierarchy Process* (AHP) yaitu untuk menganalisis pandangan manajerial mengenai faktor penting dalam menerapkan *lean manufacturing*, sehingga dapat mengurangi bias dalam proses pengambilan keputusan (Upadhye & Sharma, 2016).

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Batik Plentong yang terletak di Jl. Tirtodipuran No. 48 Kota Yogyakarta. Batik plentong merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi dua macam batik yaitu batik tulis dan batik cap. Pada penelitian ini difokuskan pada proses produksi produk batik cap motif truntum.

#### 3.2 Jenis Data

Data yang digunakan 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 :

##### 3.2.1 Data Primer

Data primer dalam penelitian ini berupa alur proses produksi, data aspek lingkungan seperti *environmental performance*, dan kuisisioner prioritas *environmental waste*. Sedangkan pada aspek manufaktur seperti *cyle time*, dan kuisisioner bobot *waste*. Kuisisioner ditunjukkan kepada *expert*, dalam pengisian kuisisioner 7 jenis pemborosan didapatkan pembobotan jenis pemborosan (*waste*) yang paling besar. Kemudian pemilihan tools dalam *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT).

##### 3.2.2 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.

#### 3.3 Metode Pengumpulan Data

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.

### 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 *enviromental value stream mapping*, waktu yang dibutuhkan untuk membuat suatu produk. Data ini digunakan untuk membuat *process activity mapping*.

### 3. Wawancara

Metode wawancara ini dilakukan untuk mengetahui pembobotan 7 *waste*, wawancara ini ditunjukkan kepada *expert* untuk penilaian prioritas terhadap *waste* yang paling dominan untuk di minimasi maupun dihilangkan.

## 3.4 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 *cycle time, value added, non value added, necessary non value added* akan di olah untuk menggambarkan kondisi awal dengan menggunakan metode *Environmental Value Stream Mapping* sehingga mengetahui letak pemborosan yang terjadi baik tradisional *waste* maupun *environment waste*. Kemudian penelitian ini juga menggunakan kuisioner pembobotan untuk membandingkan setiap 7 pemborosan yang ada dengan bantuan AHP untuk menentukan *tools* yang akan dipakai dalam VALSAT. Selanjutnya memberikan rekomendasi untuk mereduksi *tradisional waste* dan *environmental waste*.

## 3.5 Pengolahan Data

Data historis produksi perusahaan, hasil observasi langsung dilapangan dan hasil wawancara pembobotan 7 *waste* dan *environmental waste* menggunakan kuisioner kemudian diolah dan dianalisis. Tahapan pengolahan data pada penelitian ini yaitu :

### 3.5.1 Pembobotan Kuisoner 7 Pemborosan dengan Menggunakan Metode *Anlytic Hierarchy Process* (AHP)

Penggunaan AHP adalah untuk mengetahui faktor mana yang paling berpengaruh antar pemborosan (*waste*) yang terjadi. Ini digunakan untuk mengurangi pemborosan (*waste*) berdasarkan rekomendasi perbaikan yang paling berpengaruh. AHP dipilih untuk mengurangi subyektif dari *expert* sehingga pengambilan keputusan untuk penggunaan *tool* sebagai usulan perbaikan menjadi tidak bias. Tahapan perhitungan AHP yaitu sebagai berikut :

- a. Mendefinisikan masalah serta solusi.
- b. Buat struktur hierarki dengan diawali tujuan utama.
- c. Buat matriks perbandingan berpasangan pengaruh masing-masing kriteria dengan tujuan. Perbandingan akan dinilai berdasarkan pilihan subjektif dari pembuat keputusan.
- d. Definisikan perbandingan berpasangan serta didapatkan jumlah penilaian semua sebesar  $n \times [(n-1)/2]$ .
- e. Hitung nilai *eigen* serta uji konsistensinya, pengambilan data kembali dilakukan jika hasil tidak konsisten.
- f. Ulangi tahapan ke 3,4,5 untuk semua tingkat hierarki.
- g. Hitung *eigen vector* pada masing-masing matriks perbandingan berpasangan guna penentuan prioritas elemen di tingkat hirarki terendah hingga mencapai tujuan.
- h. Periksa konsistensi hirarki dan diharapkan mendekati valid.

### 3.5.2 Value Stream Analisis Tools (VALSAT)

VALSAT merupakan metode yang digunakan untuk membandingkan *tools* yang sesuai digunakan dalam perbaikan proses produksi. Dengan menggunakan bobot yang telah diketahui sebelumnya dari kuisoner 7 *waste* dan telah di olah dengan menggunakan metode AHP, kemudian bobot masing-maisng 7 *waste* dikalikan dengan nilai masing-masing *tools* pada VALSAT selanjutnya terpilih *tools* terbaik untuk melakukan perbaikan.

### **3.5.3 *Environmental Value Stream Mapping (EVSM)***

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 lingkungannya 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.

### **3.5.4 *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.

### **3.6 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.

### **3.7 Rekomendasi Perbaikan**

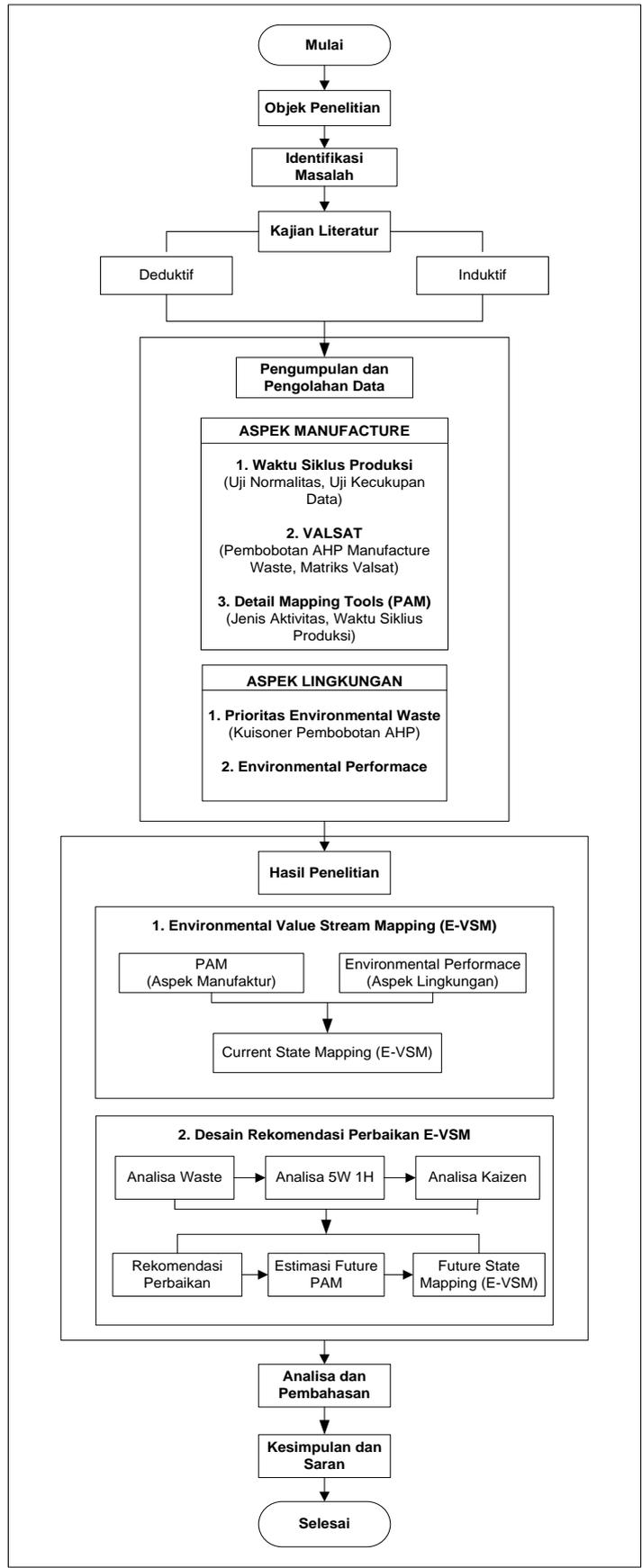
Rekomendasi perbaikan dilakukan setelah pengolahan data pada tahap sebelumnya. Pemberian rencana perbaikan untuk mengeliminasi pemborosan (*waste*) menggunakan pendekatan kaizen dilakukan setelah diketahui aktivitas yang termasuk pemborosan dan *non value added*.

### **3.8 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.

### **3.9 Kerangka Penelitian**

Kerangka penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut ini :



Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian

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

1. Melakukan observasi ke lapangan dan melakukan wawancara kemudian menentukan objek penelitian pada Batik Plentong. Objek penelitian pada penelitian ini yaitu produk batik cap truntum.
2. Membuat rumusan masalah dengan melakukan identifikasi masalah yang terjadi pada Batik Plentong untuk mengetahui alur proses produksi, pemborosan dan pemborosan lingkungan yang ada saat proses produksi.
3. Melakukan kajian literatur dengan melihat penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini.
4. Pengumpulan data, data dapat dikumpulkan dengan wawancara dan observasi langsung ke lapangan. Data-data yang digunakan antara lain waktu siklus untuk mendapatkan waktu pengerjaan produk dengan detail aktivitas yang menggunakan alat bantu *stopwatch*, data konsumsi air, energi, material, dan limbah, kuisioner bobot *waste* dan *environment waste* diperoleh dengan wawancara kepada *expert* untuk mengetahui pemborosan yang paling berpengaruh.
5. Data yang telah dikumpulkan kemudian diolah. Perhitungan bobot *waste* menggunakan metode AHP dengan bantuan *microsoft excel* untuk mengetahui pemborosan yang paling berpengaruh dan memiliki prioritas paling besar untuk dihilangkan. Membuat *activity mapping* berdasarkan kondisi awal dengan mengikuti alur proses produksi dari awal hingga produk jadi yang menggambarkan aliran informasi dan material pada proses produksi. Kemudian melakukan perhitungan dari hasil pembobotan *waste* dengan menggunakan VALSAT untuk memilih *tools* yang cocok digunakan dan melakukan *detail mapping*.
6. Melakukan Analisis dan pembahasan berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya dan menemukan penyebab permasalahan yang ada.
7. Usulan perbaikan diberikan sesuai dengan permasalahan dan penyebab pemborosan. Dimana usulan ini diberikan untuk mengurangi pemborosan yang terjadi sehingga proses produksi lebih efisien dan mengurangi pemborosan lingkungan agar ramah terhadap lingkungan.

8. Kesimpulan berisi jawaban dari rumusan masalah dan pemberian saran untuk perusahaan dan penelitian selanjutnya.

## BAB IV

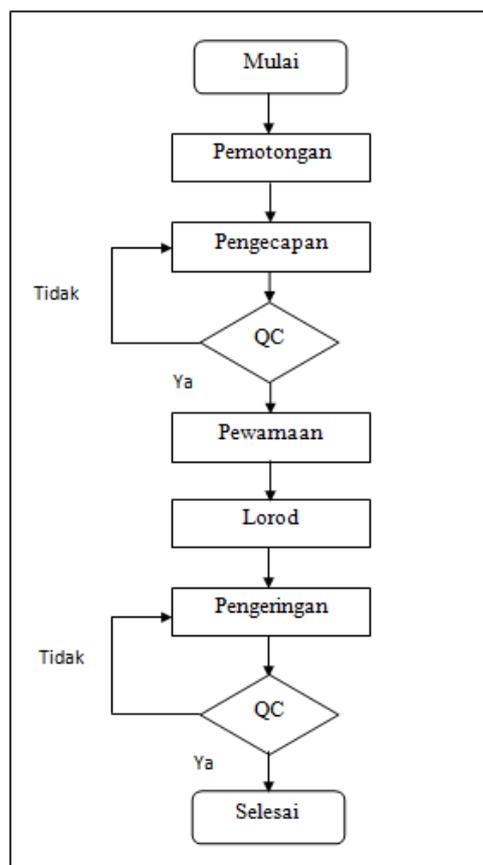
### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan di Batik Plentong. Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengamatan langsung. Data-data yang digunakan meliputi proses produksi, permintaan produk, dan layout produksi.

##### 4.1.1 Proses Produksi

Proses produksi produk Batik Cap Truntum dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Proses Produksi Batik Cap Truntum

Penjelasan proses produksi batik cap truntum pada Gambar 4.1 yaitu sebagai berikut:

1. Pemotongan Kain

Pembuatan batik cap pada Batik Plentong diawali dengan pemotongan kain, untuk pemotongan kain perusahaan cenderung memotong kain sekaligus banyak dalam satu waktu. Kain dipotong berdasarkan jumlah dan ukuran yang telah ditentukan oleh kepala bidang produksi. Kain yang telah dipotong akan direbus beberapa jam lalu di keringkan. Setelah kering kain akan diangkat kemudian dilipat.

2. Pengecapan

Proses selanjutnya setelah pemotongan adalah proses pengecapan berdasarkan motif/pola yang juga sudah ditentukan oleh kepala bagian produksi. Proses ini menggunakan bahan utama yaitu bahan malam (lilin batik) , bahan malam ini digunakan untuk warna dari cap yang ditempelkan ke kain putih polos. Dalam cap ini operator membutuhkan ketelitian yang sangat tinggi. Sehingga dibutuhkan tenaga kerja profesional sebab pada proses ini membutuhkan ketelitian dari segi mengecap harus rapi dan mengetahui benar apa yang dilakukan ketika salah dalam pengecapan dan mampu mengatur bahan malam agar tidak terlalu tebal dan tidak terlalu tipis pada cetakan cap agar pada saat pengecapan menempel dengan baik di kain. Setelah kain selesai di cap terdapat aktivitas memeriksa apakah ada kesalahan cap atau cap kurang rapi.

3. Pewarnaan

Kain yang telah dicap akan diberi warna. Proses pewarnaan diawali dengan perendaman kain menggunakan air biasa setelah itu dicelupkan di warna gelap yaitu naptol kemudian kain akan di rendam di air campuran garam agar warna lebih menempel sempurna di kain, setelah di rendam di air campuran garam selanjutnya adalah di bilas menggunakan air biasa sebanyak dua kali. Kemudian proses tadi diulang satu kali lagi lalu kain ditiriskan.

4. Lorod

Aktivitas yang dilakukan setelah proses pewarnaan yaitu kain akan dilorod. Lorod yaitu proses peluruhan atau penghilangan lilin pada kain dengan merebus kain tersebut dengan campuran tapiyoka kemudian dibilas dengan air biasa.

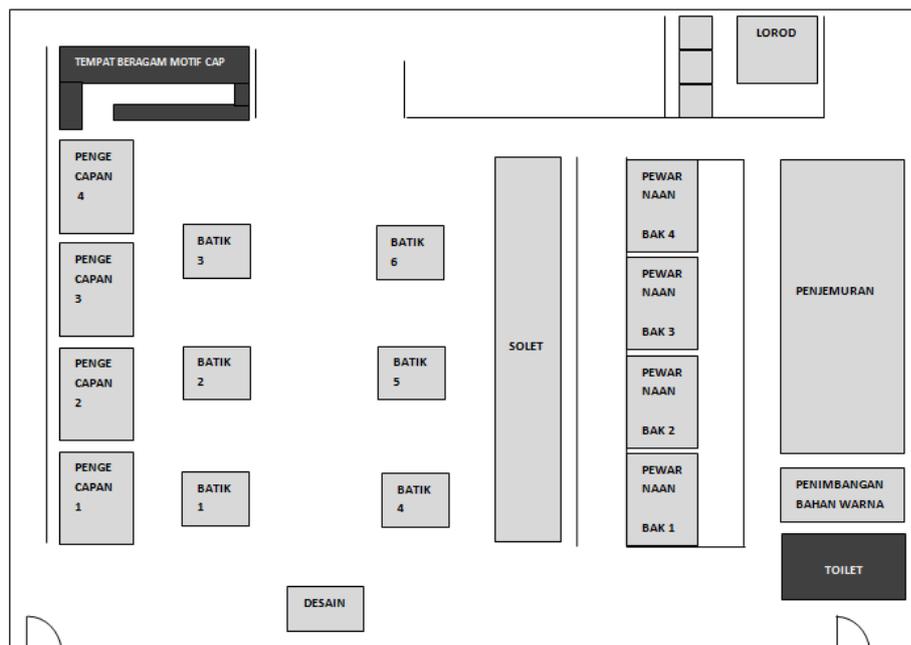
5. Terakhir kain akan dijemur atau dikeringkan. Setelah kain benar-benar kering kain lalu diperiksa satu persatu apakah terdapat kecacatan seperti warna yg tidak sesuai dengan yang diinginkan, serat yang rusak, masih terdapat sisa lilin yang menempel. Setelah melalui pemeriksaan kain yang berkualitas baik kemudian dilipat dan masuk ke *warehouse* atau tempat penyimpanan.

#### 4.1.2 Data Produksi

Berdasarkan informasi dari *expert* pada bagian produksi yang peneliti wawancarai mengatakan rata-rata sebulan Batik Plentong memproduksi 75% batik cap dan 25% batik tulis. Batik Plentong memiliki beragam motif salah satunya adalah batik cap truntum dimana batik cap jenis ini yang sering di pesan konsumen. Data permintaan 2017-2018 rata-rata sekali pemesanan yaitu 150 produk dengan jenis batik cap truntum dengan target produksi selama 30 hari.

#### 4.1.3 Tata Letak Produksi

Batik Plentong berada di Kota Yogyakarta yang beralamatkan di jalan Tirtodipuran No. 48. Batik Plentong sendiri dari dulu awal berdirinya hingga saat ini tidak pernah berpindah tempat. Proses produksinya sendiri berada di area blakang dari *showroom*. Tata letak produksi dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Tata Letak Produksi

## 4.2 Pengolahan Data

Data-data yang diperlukan dalam pengolahan data meliputi dua aspek yaitu aspek manufaktur dan aspek lingkungan. Aspek manufaktur berisikan data proses produksi, waktu siklus setiap aktivitas, kuisioner *7 waste*, VALSAT dan detail mapping. Sedangkan aspek lingkungan berisi kuisioner *environmental waste* dan *environmental performance*.

### 4.2.1 Aspek Manufaktur

#### 4.2.1.1 Waktu Proses Produksi

Data proses produksi merupakan salah satu data yang digunakan untuk membuat *value stream mapping*. Data yang dikumpulkan berdasarkan waktu siklus setiap aktivitas produksinya. Pengambilan data waktu siklus ini sebanyak 10 kali dengan menggunakan metode *stopwatch*. Data waktu siklus dalam Batch/detik, satu Batch sebanyak 20 potong kain. Data yang telah terkumpul selanjutnya akan di uji kecukupan data dan uji normalitas.

Berikut merupakan hasil pengambilan data dan pengolahan data waktu proses produksi pada produk batik cap truntum.

#### 1. Proses Produksi

Detail aktivitas saat proses produksi berlangsung dapat dilihat pada tabel 4.1 yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Aktivitas Proses Produksi

Proses	Aktivitas	Kode
Pemotongan	Mengambil Kain	A1
	Mengukur	A2
	Memotong	A3
	Membawa ke tempat perebusan	A4
	Merebus Kain	A5
	Kain di angkat	A6
	Kain dibawa ke penjemuran	A7
	Pengeringan kain	A8
	Membawa kain ke meja untuk dilipat	A9
	Melipat kain	A10
	Menaruh Kain di Meja	A11

<b>Proses</b>	<b>Aktivitas</b>	<b>Kode</b>
Pengecapan	Pembakaran bahan malam (lilin batik)	B1
	Mengambil kain	B2
	Peletakan kain keatas meja	B3
	Mengukur kain memberi batas	B4
	Persiapan cetakan cap	B5
	Mulai pengecapan	B6
	Geser kain	B7
	Tambah bahan malam (lilin batik)	B8
	Mulai pengecapan kembali	B9
	Melipat kain	B10
	Mengambil kain	B11
	Merapikan kain di meja	B12
	Tambah bahan malam (lilin batik)	B13
	Pengecapan sisi sebaliknya	B14
	Geser kain	B15
	Pengecekan hasil cap	B16
	Melipat kain	B17
	Menaruh ke tempat penyimpanan	B18
Pewarnaan	Mengambil kain	C1
	Memilah Kain	C2
	Kain dibasahi dengan air biasa	C3
	Menunggu air mendidih	C4
	Menguras bak air	C5
	Mengisi air bak	C6
	Menimbang bahan naptol	C7
	Menimbang bahan garam	C8
	Memberi air pada campuran garam	C9
	Pemberian air panas ke naptol	C10
	Pencampuran naptol ke air yang telah di isi di bak	C11
	Perendaman kain di naptol	C12
	Penirisan	C13
	Perendaman kain di air garam	C14
	Penirisan	C15
	Bilas menggunakan air biasa	C16
	Kain ditiriskan	C17
	Bilas menggunakan air biasa untuk kedua kalinya	C18
	Kain ditiriskan	C19
	Perendaman kain di naptol yang kedua kalinya	C20
	Penirisan	C21

Proses	Aktivitas	Kode
Pewarnaan	Perendaman kain di campuran garam untuk kedua kalinya	C22
	Penirisan	C23
	Bilas menggunakan air biasa	C24
	Penirisan	C25
	Bilas menggunakan air biasa untuk kedua kalinya	C26
	Penirisan	C27
Lorod	Mengambil kain	D1
	Direndam dengan air campuran pati	D2
	Direbus menggunakan air campuran tepung tapioka	D3
	Pengangkatan kain	D4
	Bilas menggunakan air biasa	D5
	Penirisan	D6
Pengeringan	Mengambil kain	E1
	Persiapan jemur	E2
	Penjemuran	E3
	Taruh kain ke meja	E4
	Pengecekan kain keseluruhan	E5
	Lipat kain	E6
	Taruh ditempat penyimpanan	E7

## 2. Uji Normalitas

Pada uji normalitas menggunakan uji Kolmogorov Smirnov Z. Pengujian dilakukan dengan software SPSS For Windows. Uji normalitas diawali dengan menentukan hipotesis awal ( $H_0$  dan  $H_a$ ), tingkat probabilitas kesalahan, dan kriteria pengujian.

Keterangan :

$H_0$  = Data berdistribusi normal

$H_a$  = Data tidak berdistribusi normal

$p$  = Tingkat probabilitas kesalahan ( sebesar 5% atau 0.05)

Kriteria pengujian : Sig. > 0.05 maka  $H_0$  diterima, maka data berdistribusi normal.

Sig.  $\leq$  0.05 maka  $H_0$  ditolak,  $H_a$  diterima maka data tidak berdistribusi normal

(Hasil uji normalitas tercantum pada lampiran)

### 3. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data ini digunakan untuk mengetahui apakah data mewakili populasi atau tidak. Uji kecukupan data dihitung dengan bantuan *microsoft excel*. Berikut merupakan rumus yang digunakan dalam menghitung uji kecukupan data:

$$N' = \left[ \frac{\frac{k}{s} \sqrt{(N \cdot \sum X^2) - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$

Dimana :

k = Tingkat kepercayaan (k = 2)

s = Tingkat ketelitian (s = 10%)

N = Jumlah data

N' = kecukupan data

Uji kecukupan data yang telah dihitung dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4. 2 Uji Kecukupan Data

Proses	Aktivitas	Kode	( $\sum x$ )	( $\sum x$ ) <sup>2</sup>	N'
Pemotongan	Mengambil Kain	A1	102.68	10543.182	4.58
	Mengukur	A2	2524.2	6371585.64	3.70
	Memotong	A3	1771.6	3138566.56	6.13
	Membawa ke tempat perebusan	A4	783.21	613417.904	2.63
	Merebus Kain	A5	142495	20304825025	1.86
	Kain di angkat	A6	3404.2	11588577.64	5.54
	Kain dibawa ke penjemuran	A7	2973.3	8840512.89	8.072
	Pengeringan kain	A8	181460	32927731600	3.57
	Membawa kain ke meja untuk dilipat	A9	334.28	111743.1184	8.57
	Melipat kain	A10	2783.2	7746202.24	5.82
	Menaruh Kain di Meja	A11	604.4	365299.36	4.37

Proses	Aktivitas	Kode	( $\sum x$ )	( $\sum x$ ) <sup>2</sup>	N'
Pengecapan	Pembakaran bahan malam (lilin batik)	B1	20245	409843829.2	5.31
	Mengambil kain	B2	206.23	42530.8129	5.66
	Peletakan kain keatas meja	B3	7151.2	51139661.44	4.50
	Mengukur kain memberi batas	B4	4686.4	21962344.96	4.73
	Persiapan cetakan cap	B5	2431	5909761	7.10
	Mulai pengecapan	B6	135005	18226296023	6.12
	Geser kain	B7	22476	505161585.6	4.77
	Tambah bahan malam (lilin batik)	B8	2514.6	6323213.16	5.85
	Mulai pengecapan kembali	B9	126680	16047822400	5.06
	Melipat kain	B10	4449	19793601	4.98
	Mengambil kain	B11	845.8	715377.64	7.08
	Merapikan kain di meja	B12	3156.6	9964123.56	4.97
	Tambah bahan malam (lilin batik)	B13	646.6	418091.56	7.80
	Pengecapan sisi sebaliknya	B14	244940	59995799552	2.34
	Geser kain	B15	3361.4	11299009.96	4.52
	Pengecekan hasil cap	B16	8621.8	74335435.24	4.86
	Melipat kain	B17	2754.8	7588923.04	6.35
	Menaruh ke tempat penyimpanan	B18	347.12	120492.2944	4.49
Pewarnaan	Mengambil kain	C1	272.93	74490.785	4.46
	Memilah Kain	C2	226.83	51451.849	5.00
	Kain dibasahi dengan air biasa	C3	1586.2	2516030.44	3.48
	Menunggu air mendidih	C4	6078.8	36951809.44	2.66
	Menguras bak air	C5	1110.7	1233654.49	5.68
	Mengisi air bak	C6	715.31	511668.3961	5.16
	Menimbang bahan naptol	C7	1912.9	3659186.41	4.61
	Menimbang bahan garam	C8	2919.8	8525232.04	4.06
	Memberi air pada campuran garam	C9	289.64	83891.330	4.91
	Pemberian air panas ke naptol	C10	856.58	733729.296	9.73

Proses	Aktivitas	Kode	( $\sum x$ )	( $\sum x$ ) <sup>2</sup>	N'
Pewarnaan	Pencampuran naptol ke air yang telah di isi di bak	C11	307.64	94642.3696	3.64
	Perendaman kain di naptol	C12	11206	125583401	2.19
	Penirisan	C13	3179	10106041	5.88
	Perendaman kain di air garam	C14	11687	136590643.8	5.44
	Penirisan	C15	1528.4	2336006.56	5.98
	Bilas menggunakan air biasa	C16	6070.4	36849756.16	5.19
	Kain ditiriskan	C17	1107.2	1225891.84	6.76
	Bilas menggunakan air biasa untuk kedua kalinya	C18	10489	110019121	5.55
	Kain ditiriskan	C19	1215.2	1476711.04	7.51
	Perendaman kain di naptol yang kedua kalinya	C20	9842.6	96876774.76	4.04
	Penirisan	C21	1027	1054729	5.22
	Perendaman kain di campuran garam untuk kedua kalinya	C22	17959	322540048.4	5.66
	Penirisan	C23	1025.8	1052265.64	6.44
	Lorod	Bilas menggunakan air biasa	C24	6131.2	37591613.44
Penirisan		C25	1010.2	1020504.04	6.44
Bilas menggunakan air biasa untuk kedua kalinya		C26	9778.8	95624929.44	4.38
Penirisan		C27	53.64	2877.2496	5.46
Mengambil kain		D1	161.22	25991.8884	5.26
Direndam dengan air campuran pati		D2	94.79	8985.1441	3.56
Pengeringan	Direbus menggunakan air campuran tepung tapioka	D3	44964	2021761296	3.51
	Pengangkatan kain	D4	3384.2	11452809.64	6.20
	Bilas menggunakan air biasa	D5	5306	28153636	7.87
	Penirisan	D6	3555.2	12639447.04	4.72
Pengeringan	Mengambil kain	E1	147.9	21874.41	5.81
	Persiapan jemur	E2	585.24	342505.8576	8.13

Proses	Aktivitas	Kode	( $\sum x$ )	( $\sum x$ ) <sup>2</sup>	N'
Pengerangan	Penjemuran	E3	175240	30709057600	6.86
	Taruh kain ke meja	E4	171.44	29391.6736	9.90
	Pengecekan kain keseluruhan	E5	8073.2	65176558.24	8.01
	Lipat kain	E6	4038.8	16311905.44	5.28
	Taruh ketempat penyimpanan	E7	382.2	146076.84	5.62

Hasil perhitungan uji kecupan data menunjukkan semua aktivitas bernilai N' kurang dari nilai N=10. Maka data dapat dikatakan cukup dan mewakili populasi.

#### 4. Hasil Pengolahan Data

Setelah dilakukan uji kecukupan data dan keseragaman data, data dapat dikatakan cukup dan seragam. Waktu siklus produksi yang diperoleh dari rata-rata 10 data yang ada dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Waktu Siklus

Proses	Aktivitas	Kode	Rata-rata/Batch (Detik)
Pemotongan	Mengambil Kain	A1	10.268
	Mengukur	A2	252.42
	Memotong	A3	177.16
	Membawa ke tempat perebusan	A4	39.16
	Merebus Kain	A5	14249.5
	Kain di angkat	A6	340.42
	Kain dibawa ke penjemuran	A7	29.733
	Pengerangan kain	A8	18146
	Membawa kain ke meja untuk dilipat	A9	33.428
	Melipat kain	A10	278.32
	Menaruh Kain di Meja	A11	60.44
Pengecapan	Pembakaran bahan malam (lilin batik)	B1	2024.46
	Mengambil kain	B2	20.623
	Peletakan kain keatas meja	B3	715.12
	Mengukur kain memberi batas	B4	468.64
	Persiapan cetakan cap	B5	243.1
	Mulai pengecapan	B6	13500.48
	Geser kain	B7	2247.58

Proses	Aktivitas	Kode	Rata-rata/Batch (Detik)
Pengecapan	Tambah bahan malam (lilin batik)	B8	251.46
	Mulai pengecapan kembali	B9	12668
	Melipat kain	B10	444.9
	Mengambil kain	B11	84.58
	Merapikan kain di meja	B12	315.66
	Tambah bahan malam (lilin batik)	B13	64.66
	Pengecapan sisi sebaliknya	B14	24494.04
	Geser kain	B15	336.14
	Pengecekan hasil cap	B16	862.18
	Melipat kain	B17	275.48
	Menaruh ke tempat penyimpanan	B18	34.712
Pewarnaan	Mengambil kain	C1	27.293
	Memilah Kain	C2	22.683
	Kain dibasahi dengan air biasa	C3	158.62
	Menunggu air mendidih	C4	607.88
	Menguras bak air	C5	111.07
	Mengisi air bak	C6	71.531
	Menimbang bahan naptol	C7	191.29
	Menimbang bahan garam	C8	291.98
	Memberi air pada campuran garam	C9	28.964
	Pemberian air panas ke naptol	C10	85.658
	Pencampuran naptol ke air yang telah di isi di bak	C11	30.764
	Perendaman kain di naptol	C12	1120.64
	Penirisan	C13	317.9
	Perendaman kain di air garam	C14	1168.72
	Penirisan	C15	152.84
	Bilas menggunakan air biasa	C16	607.04
	Kain ditiriskan	C17	110.72
	Bilas menggunakan air biasa untuk kedua kalinya	C18	1048.9
	Kain ditiriskan	C19	121.52
	Perendaman kain di naptol yang kedua kalinya	C20	984.26
	Penirisan	C21	102.7
	Perendaman kain di campuran garam untuk kedua kalinya	C22	1795.94
	Penirisan	C23	102.58
	Bilas menggunakan air biasa	C24	613.12
	Penirisan	C25	101.02
	Bilas menggunakan air biasa untuk kedua kalinya	C26	977.88
	Penirisan	C27	5.364

Proses	Aktivitas	Kode	Rata-rata/Batch (Detik)
Lorod	Mengambil kain	D1	16.122
	Direndam dengan air campuran pati	D2	9.479
	Direbus menggunakan air campuran tepung tapioka	D3	2248.2
	Pengangkatan kain	D4	338.42
	Bilas menggunakan air biasa	D5	530.6
	Penirisan	D6	355.52
Pengeringan	Mengambil kain	E1	14.79
	Persiapan jemur	E2	58.524
	Penjemuran	E3	17524
	Taruh kain ke meja	E4	17.144
	Pengecekan kain keseluruhan	E5	807.32
	Lipat kain	E6	403.88
	Taruh ditempat penyimpanan	E7	38.22

#### 4.2.1.2 VALSAT (*Value Stream Analysis Tools*)

Saat proses produksi batik cap ditemui adanya pemborosan. Berikut merupakan *waste* yang didapat dengan wawancara terhadap kepala unit produksi yang memahami proses produksi dan observasi langsung di lapangan.

##### 1. Pembobotan *Waste* Menggunakan *Analytical Hierarchy Process*

Perhitungan bobot *waste* ini menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Dalam perhitungan AHP dilakukan perbandingan antar kriteria pemborosan kemudian didapatkan total bobot masing-masing. Hasil perhitungan kuisioner pemborosan dengan menggunakan AHP dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Perbandingan antar Faktor Berpasangan Pemborosan

<b>Kriteria</b>	Inaprioriate Processing	Defect	Unnecessary Motion	Overproduction	Inventory	Waiting	Transportation
Inaprioriate Processing	1	3	1/3	5	3	1/3	5
Defect	1/3	1	1/5	3	3	1/5	3
Unnecessary Motion	3	5	1	5	3	1/5	3
Overproduction	1/5	1/3	1/5	1	1	1/9	1
Inventory	1/3	1/3	1/3	1	1	1/7	1/3
Waiting	3	5	5	9	7	1	5
Transportation	1/5	1/3	1/3	1	3	1/5	1

Perhitungan selanjutnya setelah dilakukan perbandingan antar faktor berpasangan pemborosan yaitu perhitungan *pairwise comparison*. Hasil perhitungan *pairwise comparison* dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Hasil Transformasi *Pairwise Comparison*

<b>Kriteria</b>	Inaprioriate Processing	Defect	Unnecessary Motion	Overproduction	Inventory	Waiting	Transportation
Inaprioriate Processing	0.12	0.20	0.05	0.20	0.14	0.15	0.27
Defect	0.04	0.07	0.03	0.12	0.14	0.09	0.16
Unnecessary Motion	0.37	0.33	0.14	0.20	0.14	0.09	0.16
Overproduction	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05	0.05
Inventory	0.04	0.02	0.05	0.04	0.05	0.07	0.02
Waiting	0.37	0.33	0.68	0.36	0.33	0.46	0.27
Transportation	0.02	0.02	0.05	0.04	0.14	0.09	0.05

Setelah perhitungan *Pairwise Comparison* dilakukan perhitungan total bobot masing-masing pemborosan dan *consistency ratio*. *Consistency Ratio* digunakan untuk mengetahui data konsisten atau tidak. Tabel 4.6 menunjukkan perhitungan total bobot dan *Consistency Ratio*.

Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Total Bobot dan *Consistency Ratio*

Kriteria	Total Weigh Matrix	Eugen vector	$\lambda$ maks	CI	IR	CR
Inaprioriate						
Processing	1.52	0.22				
Defect	1.09	0.16				
Unnecesity Motion	0.72	0.10	7.736	0.123	1.24	0.099
Overproduction	0.25	0.04				
Inventory	0.27	0.04				
Waiting	2.77	0.40				
Transportation	0.39	0.06				

Hasil perhitungan menunjukkan nilai *Consistency Ratio* sebesar 0.099. Dimana nilai CR  $\leq 0.1$  yang berarti data konsisten. Bobot pemborosan dapat dilihat dari nilai *Eugen Vector* pada Tabel 4.6 diatas, diketahui Kriteria *Waiting* merupakan faktor penyebab terjadinya pemborosan yang menjadi prioritas utama perusahaan untuk direduksi atau dihilangkan. Sehingga tindakan perbaikan dilakukan pada skor yang paling tinggi terlebih dahulu.

## 2. Matriks *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT)

VALSAT digunakan untuk mengetahui *tools* mana yang paling cocok digunakan dalam mengidentifikasi *waste* dalam proses produksi batik cap truntum. Hasil yang diperoleh dari rekapitulasi kuisioner 7 pemborosan kemudian dihitung pembobotan *tools* menggunakan VALSAT sehingga diketahui *tools* mana yang cocok untuk diterapkan. Hasil perhitungan VALSAT dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan VALSAT

Waste	Bobot	PAM	SCRM	PVF	QFM	DAM	DPA	PS
Overproduction	0.04	2.4	4		1.3	4.75	3.25	
Waiting	0.4	9	9	1.5		4.75	3.25	
Transportation	0.06	9						1.25
Inapropriate Processing	0.16	9		4.35	1.3		1.35	
Inventory	0.04	3.32	9	4.35		9	3.25	1.25
Unnecessary Motion	0.21	9	2.9					
Defect	0.09	2.4			9			
<b>Total Skor</b>		<b>7.9148</b>	4.729	1.47	1.07	2.45	1.776	0.125

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.7 diketahui *Process Activity Mapping* (PAM) memiliki skor yang paling besar yaitu 7.9148 dibandingkan dengan 6 *tools* lainnya. Sehingga *tools* PAM dipilih untuk memetakan seluruh aktivitas untuk mengeliminasi *waste*.

#### 4.2.1.3 Detail Mapping Tools (PAM)

Data jumlah operator setiap stasiun kerja pada produksi batik cap di Batik Plentong dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Jumlah Operator

Stasiun Kerja	Jumlah Operator
Pemotongan	2
Pengecapan	4
Pewarnaan	2
Lorod	1
Pengeringan	2

Data *available time* pada masing-masing stasiun kerja pada produksi batik cap truntum dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 *Available Time*

Stasiun Kerja	<i>Available Time</i>
Pemotongan	23.400
Pengecapan	23.400
Pewarnaan	23.400
Lorod	23.400
Pengeringan	23.400

Hasil dari perhitungan pada *Value Stream Analysis Tools* diketahui bahwa *Process Activity Mapping* (PAM) memiliki skor yang paling besar, sehingga tools tersebut digunakan untuk memetakan seluruh aktivitas dengan tujuan mengeliminasi *waste*. *Process Activity Mapping* dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 *Process Activity Mapping*

Proses	Aktivitas	Mesin/Alat	Jarak	Waktu (detik)	Aktivitas					VA/NVA/NN/VA
					O	T	I	S	D	
Pemotongan	Mengambil Kain	Manual	8 m	10.268		T				NNVA
	Mengukur	Meteran		252.42	O					VA
	Memotong	Gunting		177.16	O					VA
	Membawa ke tempat perebusan	Manual	9 m	39.16		T				NNVA
	Merebus Kain	Manual, Bak		14249.5	O					VA
	Kain di angkat	Manual, Tongkat Kayu		340.42					D	NNVA
	Kain dibawa ke penjemuran	Manual	5 m	29.733		T				NNVA
	Pengeringan kain	Manual		18146					D	NNVA
	Membawa kain ke meja untuk dilipat	Manual	4 m	33.428		T				NNVA
	Melipat kain	Manual		278.32	O					VA
Menaruh Kain di Meja	Manual		60.44					S	NNVA	
Pengecapan	Pembakaran bahan malam (lilin batik)	Manual, Kompor, Wajan		2024.46	O					VA
	Mengambil kain	Manual	7 m	20.623		T				NNVA
	Peletakan kain keatas meja	Manual		715.12					D	NNVA
	Mengukur kain memberi batas	Penggaris, Pensil		468.64	O					VA
	Persiapan cetakan cap	Manual, Cap		243.1					D	NVA
	Mulai pengecapan	Manual		13500.48	O					VA
	Geser kain	Manual		2247.58					D	NNVA
	Tambah bahan malam (lilin batik)	Manual, Kompor, Wajan		251.46					D	NNVA
	Mulai pengcapan kembali	Manual		12668	O					VA
	Melipat kain	Manual		444.9	O					VA

Proses	Aktivitas	Mesin/Alat	Jarak	Waktu (detik)	Aktivitas					VA/NVA/NN/VA
					O	T	I	S	D	
Pengecapan	Mengambil kain	Manual		84.58					D	NVA
	Merapikan kain di meja	Manual		315.66					D	NVA
	Tambah bahan malam (lilin batik)	Manual, Kompor, Wajan		64.66					D	NNVA
	Pengecapan sisi sebaliknya	Manual		24494.04	O					VA
	Geser kain	Manual		336.14					D	NNVA
	Pengecekan hasil cap	Manual		862.18			I			VA
	Melipat kain	Manual		275.48	O					VA
	Menaruh ke tempat penyimpanan	Manual	6 m	34.712		T				NNVA
Pewarnaan	Mengambil kain	Manual	3 m	27.293		T				NNVA
	Memilah Kain	Manual		22.683					D	NVA
	Kain dibasahi dengan air biasa	Manual, Selang		158.62	O					VA
	Menunggu air mendidih	Kompor, Panci		607.88					D	NVA
	Menguras bak air	Manual, Bak		111.07					D	NVA
	Mengisi air bak	Bak		71.531	O					NNVA
	Menimbang bahan naptol	Timbangan		191.29	O					VA
	Menimbang bahan garam	Timbangan		291.98	O					VA
	Memberi air pada campuran garam	Wadah		28.964	O					VA
	Pemberian air panas ke naptol	Wadah, Gayung		85.658	O					VA
	Pencampuran naptol ke air yang telah di isi di bak	Wadah, Bak		30.764	O					VA
	Perendaman kain di naptol	Manual, Bak		1120.64	O					VA
	Penirisan	Manual		317.9					D	NVA
	Perendaman kain di air garam	Manual, Bak		1168.72	O					VA
	Penirisan	Manual		152.84					D	NVA
	Bilas menggunakan air biasa	Manual, Bak		607.04	O					VA

Proses	Aktivitas	Mesin/Alat	Jarak	Waktu (detik)	Aktivitas					VA/NVA/NN/VA
					O	T	I	S	D	
Pewarnaan	Kain ditiriskan	Manual		110.72					D	NVA
	Bilas menggunakan air biasa untuk kedua kalinya	Manual, Bak		1048.9	O					VA
	Kain ditiriskan	Manual		121.52					D	NVA
	Perendaman kain di naptol yang kedua kalinya	Manual, Bak		984.26	O					VA
	Penirisan	Manual		102.7					D	NVA
	Perendaman kain di campuran garam untuk kedua kalinya	Manual, Bak		1795.94	O					VA
	Penirisan	Manual		102.58					D	NVA
	Bilas menggunakan air biasa	Manual, Bak		613.12	O					VA
	Penirisan	Manual		101.02					D	NVA
	Bilas menggunakan air biasa untuk kedua kalinya	Manual, Bak		977.88	O					VA
Penirisan	Manual		5.364					D	NVA	
Lorod	Mengambil kain	Manual	5 m	16.122		T				NNVA
	Direndam dengan air campuran pati	Manual, Bak		9.479	O					VA
	Direbus menggunakan air campuran tepung tapioka	Kayu Bakar, Bak Panci		2248.2	O					VA
	Pengangkatan kain	Tongkat Kayu		338.42					D	NNVA
	Bilas menggunakan air biasa	Manual, Bak		530.6	O					VA
	Penirisan	Manual		355.52					D	NVA

Proses	Aktivitas	Mesin/Alat	Jarak	Waktu (detik)	Aktivitas					VA/NVA/NN/VA
					O	T	I	S	D	
Pengeringan	Mengambil kain	Manual	5 m	14.79		T				NNVA
	Persiapan jemur	Manual		58.524					D	NVA
	Penjemuran	Manual		17524					D	NNVA
	Taruh kain ke meja	Manual	4 m	17.144		T				NNVA
	Pengecekan kain keseluruhan	Manual		807.32			I			VA
	Lipat kain	Manual		403.88	O					VA
	Taruh ditempat penyimpanan	Manual	11 m	38.22		T				NNVA

Keterangan :

O = Operasi

VA = *Value Added*

T = Transportasi

NVA = *Non Value Added*

I = Inspeksi

NNVA = *Necessary but Non Value Added*

S = *Storage*

D = *Delay*

Berdasarkan hasil *Process Activity Mapping* didapatkan hasil perhitungan waktu siklus satu *batch* yang terdiri dari 20 potong dan presentase tiap aktivitas yang dikelompokkan berdasarkan aktivitas *Value Added*, *Non Value Added*, dan *Necessary but Non Value Added*. Tabel 4. 11 menunjukkan Data Total Waktu.

Tabel 4. 11 Total Waktu

<b>Aktivitas</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Total Waktu (Detik)</b>	<b>Persentase</b>
Operasi	30	81200.866	64.450%
Transportasi	11	281.493	0.223%
Inspeksi	2	1669.5	1.325%
Storage	1	60.44	0.048%
Delay	25	42777.461	33.953%
VA	31	82798.835	65.719%
NVA	15	2813.661	2.233%
NNVA	23	40377.264	32.048%
<i>Cycle Time</i>			125989.76

## 4.2.2 Aspek Lingkungan

### 4.2.2.1 Kuisoner Pembobotan *Environmental Waste* Menggunakan AHP

Pembobotan pada *environmental waste* sama dengan pembobotan pada *tradisional waste* yang menggunakan metode AHP dengan skala 1 sampai dengan 9 yang berbeda adalah kriteria yang digunakan. Pada *environmental waste* terdapat kriteria energi,air, limbah, transportasi, emisi, material dan keanekaragaman hayati. Kuisoner pembobotan di berikan kepada kepala bagian produksi yang memiliki pemahaman akan proses produksi dari awal hingga produk jadi. Tabel 4.12 menunjukkan hasil perhitungan perbandingan berpasangan antar faktor pemborosan.

Tabel 4. 12 Perbandingan Berpasangan antara Faktor Pemborosan Lingkungan

<b>Kriteria</b>	Energi	Air	Material	Limbah	Transportasi	Emisi	Keanekaragaman Hayati
Energi	1	1/3	3	1/3	3	5	3
Air	3	1	5	1/3	5	7	5
Material	1/3	1/5	1	1/3	3	5	3
Limbah	3	3	3	1	3	5	7
Transportasi	1/3	1/5	1/3	1/3	1	3	3
Emisi	1/5	1/7	1/5	1/5	1/3	1	1/3
Keanekaragaman Hayati	1/3	1/5	1/3	1/7	1/3	3	1

Perhitungan selanjutnya setelah dilakukan perbandingan antar faktor berpasangan pemborosan yaitu perhitungan *pairwise comparison*. Hasil perhitungan *pairwise comparison* dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4. 13 Hasil Transformasi *Pairwise Comparison*

<b>Kriteria</b>	Energi	Air	Material	Limbah	Transportasi	Emisi	Keanekaragaman Hayati
Energi	0.12	0.07	0.23	0.12	0.19	0.17	0.13
Air	0.37	0.20	0.39	0.12	0.32	0.24	0.22
Material	0.04	0.04	0.08	0.12	0.19	0.17	0.13
Limbah	0.37	0.59	0.23	0.37	0.19	0.17	0.31
Transportasi	0.04	0.04	0.03	0.12	0.06	0.10	0.13
Emisi	0.02	0.03	0.02	0.07	0.02	0.03	0.01
Keanekaragaman Hayati	0.04	0.04	0.03	0.05	0.02	0.10	0.04

Setelah perhitungan *Pairwise Comparison* dilakukan perhitungan total bobot masing-masing pemborosan dan *consistency ratio*. *Consistency Ratio* digunakan untuk mengetahui data konsisten atau tidak. Tabel 4.14 menunjukkan perhitungan total bobot dan *Consistency Ratio*.

Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan Total Bobot dan *Consistency Ratio*

Kriteria	Total Weigh Matrix	Eugen vector	$\lambda$ maks	CI	IR	CR
Energi	1.04	0.15				
Air	1.86	0.27				
Material	0.78	0.11				
Limbah	2.24	0.32	7.74247	0.12375	1.24	0.09979
Transportasi	0.53	0.08				
Emisi	0.21	0.03				
Keanekaragaman Hayati	0.33	0.05				

Hasil perhitungan menunjukkan nilai *Consistency Ratio* sebesar 0.099. Dimana nilai  $CR \leq 0.1$  yang berarti data konsisten. Bobot pemborosan dapat dilihat dari nilai *Eugen Vector* pada Tabel 4.14 diatas, diketahui Kriteria Limbah kemudian diikuti oleh kriteria Air merupakan faktor terbesar penyebab terjadinya pemborosan. Prioritas utama perusahaan yaitu meminimasi limbah yang dihasilkan saat proses produksi. Sehingga tindakan perbaikan dilakukan untuk untuk skor tertinggi terlebih dahulu.

#### 4.2.2.2 *Environmental Performance*

*Environmental value stream mapping* menganalisis pemborosan dengan melihat aspek lingkungan. Tabel 4.15 merupakan identifikasi pemborosan pada aktivitas produksi batik cap.

Tabel 4. 15 Identifikasi Pemborosan

Proses	Energi	Air	Material	Limbah	Emisi	Transportasi	Keanekaragaman hayati
Pemotongan	X	X		X			
Pengecapan	X			X			
Pewarnaan	X	X	X	X			
Lorod	X	X	X	X			
Pengeringan							

Berikut merupakan data-data lingkungan pada setiap proses produksi batik cap di Batik Plentong.

a. Data Konsumsi Air

Tabel 4.16 menunjukkan konsumsi air selama proses produksi berlangsung yaitu sebagai berikut.

Tabel 4. 16 Konsumsi Air

Bagian	Penggunaan Air (Liter)/ Batch	Penggunaan Air (Liter)/ Potong
Pemotongan	200	10
Pengecapan	0	0
Pewarnaan	1895	94.75
Lorod	200	10
Pengeringan	0	0

Target konsumsi air yang diharapkan perusahaan untuk pengurangan pemborosan lingkungan yaitu penggunaan air yang awalnya 1895 Lt/Batch atau 94.75 Lt/potong menjadi 50 Lt/potong.

b. Data Konsumsi Energi Listrik

Penggunaan Energi listrik pada proses produksi pada Batik Plentong dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4. 17 Konsumsi Energi

Bagian	Konsumsi Energi (Wh)
Pemotongan	72
Pengecapan	400
Pewarnaan	4860
Lorod	2750
Pengeringan	98

Target pengurangan penggunaan energi listrik yang semula 8.180 Wh diharapkan dapat dikurangi 10%.

c. Material

Berikut merupakan Tabel 4.18 yang memaparkan penggunaan bahan baku setiap aktivitas produksi.

Tabel 4. 18 Penggunaan Material

Proses	Material
Pemotongan	
Pengecapan	
Pewarnaan	100%
Lorod	100%
Pengeringan	

Untuk target penggunaan material diharapkan dapat dikurangi yang awalnya 100% menggunakan bahan kimia.

d. Limbah

Berikut merupakan Tabel 4.19 yang menjelaskan limbah hasil proses produksi di setiap aktivitas.

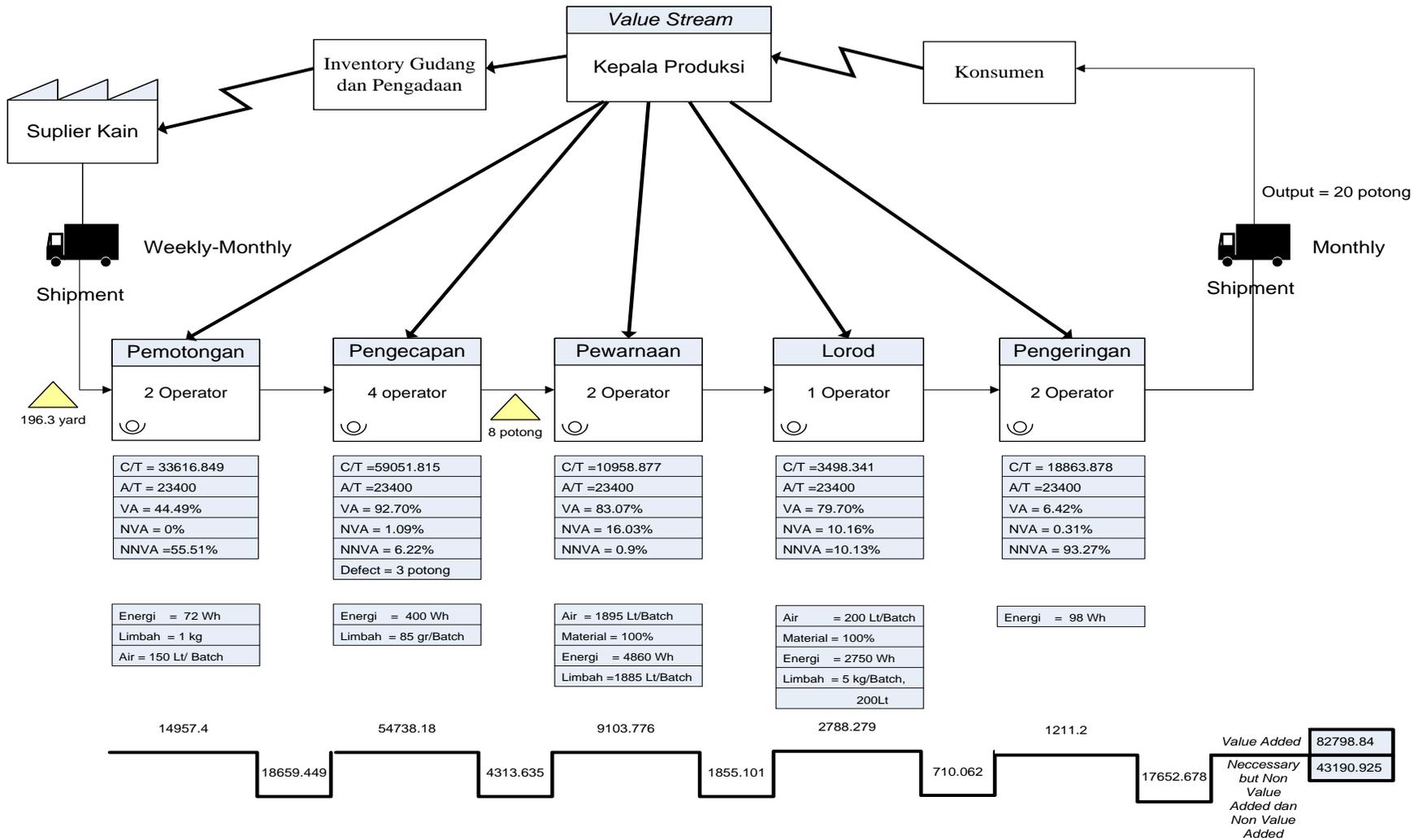
Tabel 4. 19 Limbah

Proses	Limbah
Pemotongan	1kg
Pengecapan	85 gram
Pewarnaan	1895 Lt
Lorod	200 Lt, 5kg
Pengeringan	

Limbah yang dihasilkan saat proses produksi seperti pada pemotongan terdapat sisa kain 1kg diharapkan dapat dikurangi, untuk limbah pada proses pengecapan yaitu sisa lilin batik yang menempel pada meja, dinding, cetakan cap dan area sekitar pengecapan diharapkan dapat dikurangi maupun dihilangkan. Untuk limbah hasil pewarnaan dan lorod dapat dikurangi sesuai dengan jumlah penggunaan air, pada proses lorod (pelepasan lilin) juga menghasilkan limbah lilin batik sebesar 5 kg yang diharapkan dapat dikurangi.

### **4.2.3 *Environmental Value Stream Mapping (EVSM)***

Dalam *Environmental Value Stream Mapping* terdapat gabungan antara aspek manufaktur dan aspek lingkungan. Sehingga dapat melihat *environmental performance* dan *process activity mapping* dalam satu pemetaan kondisi saat ini atau *current state mapping* (E-VSM). *Current state mapping* dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Current State E-VSM

### **4.3 Rekomendasi Perbaikan**

Berdasarkan *Process Activity Mapping* (PAM) diketahui kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah seperti aktivitas *delay* dan transportasi. Dari analisis menggunakan metode tersebut maka didapatkan beberapa usulan perbaikan dalam upaya penyelesaian masalah yang ada pada proses produksi batik cap truntum di Batik Plentong.

#### **4.3.1 Analisis 5W 1H pada jenis pemborosan**

Perbaikan dengan menggunakan 5W dan 1H digunakan untuk menjabarkan kelima faktor penyebab secara rinci. Metode 5W1H adalah metode pengumpulan informasi yang efektif (Quan, 2013). Analisis 5W1H dapat dilihat pada tabel 4.20

Tabel 4. 20 5W 1H

<b>Jenis Pemborosan (What)</b>	<b>Sumber Pemborosan (Where)</b>	<b>Penanggung Jawab (Who)</b>	<b>Waktu Terjadi (When)</b>	<b>Penyebab (Why)</b>	<b>Saran Perbaikan (How)</b>
Transportasi	Stasiun Kerja Pemotongan	Operator Pemotongan	Saat memindahkan kain yang telah di potong ke tempat perebusan	Jauhnya jarak antara meja potong dengan stasiun perebusan kain	Optimalisasi layout. Karna proses pemotongan selalu diikuti oleh proses perebusan kain maka stasiun pemotongan dipindahkan dekat dengan stasiun perebusan.
Transportasi	Stasiun Kerja Pengecapan	Operator Pengecapan	Saat Pengambilan kain yang akan di cap dan yang telah di cap	Jauhnya jarak antara stasiun pengecapan dengan stasiun kerja lainnya	Mendekatkan stasiun pengecapan dengan stasiun kerja yang lainnya dengan optimalisasi layout
<i>Motion</i>	Stasiun Kerja Pengecapan	Operator Pengecapan	Saat pengambilan kain untuk dicap dan peletakan kain setelah dicap	Kain yang akan dicap dan kain yang telah dicap ditaruh dilantai sehingga operator perlu membungkuk untuk mengambil kain dan meletakkannya kembali	Menambahkan meja atau keranjang dan ditaruh di dekat meja pengecapan untuk penaruhan kain sebelum dan sesudah dicap
<i>Innappropriate Processing</i>	Stasiun Kerja Pengecapan	Operator Pengecapan	Saat menambah lilin malam dan mengambil cetakan cap untuk dicap di kain	Operator perlu mundur satu langkah dan memutar badan 110 derajat ke samping kanan dan dilakukan berulang kali juga saat menempelkan cetakan cap ke kompor	Mengimplementasikan 5S. Dengan meletakkannya dekat dengan jangkauan operator.

<b>Jenis Pemborosan (What)</b>	<b>Sumber Pemborosan (Where)</b>	<b>Penanggung Jawab (Who)</b>	<b>Waktu Terjadi (When)</b>	<b>Penyebab (Why)</b>	<b>Saran Perbaikan (How)</b>
<i>Innapropriate Processing</i>	Stasiun Kerja Pengecapan	Operator Pengecapan	Saat proses pengecapan	Membutuhkan waktu yang lama saat merapikan kain diatas meja kemudian diukur dan diberi batas menggunakan penggaris. Sedangkan penggaris diletakkan dibelakang sebelah kiri operator sehingga operator perlu mundur satu langkah dan memutar badan ke samping kiri	Mengimplementasikan 5S. Dengan mendekatkan penggaris dekat dengan meja pengecapan sehingga memudahkan operator dalam mengambil penggaris.
<i>Waiting</i>	Stasiun Kerja Pewarnaan	Operator Pewarnaan	Saat menunggu air mendidih	Pemanasan air tidak dilakukan saat awal proses pewarnaan sehingga menunggu lama	Perebusan air dilakukan di awal proses pewarnaan, sambil menunggu air mendidih dapat melakukan aktivitas lainnya
<i>Motion</i>	Stasiun Kerja Pewarnaan	Operator Pewarnaan	Saat mencari bahan pewarnaan	Semua bahan pewarna diletakkan disatu tempat, tidak dibedakan berdasarkan warna, dan tidak diberi label	Perbaiki tempat penyimpanan bahan pewarna dengan mengimplementasikan 5S
<i>Innapropriate Processing</i>	Stasiun Kerja Pewarnaan	Operator Pewarnaan	Saat menguras bak air sesaat sebelum proses pewarnaan	Bak air tidak langsung dikuras setelah selesai proses pewarnaan. Sehingga proses pewarnaan terhambat karena harus menguras bak terlebih dahulu	Bak air dikuras sesaat setelah dipakai sehingga pada saat proses pewarnaan dimulai bak dapat di pakai langsung
<i>Waiting</i>	Stasiun Kerja Pewarnaan	Operator Pewarnaan	Saat pengisian air di bak	Saat pengisian bak dilakukan sesaat sebelum aktivitas perendaman kain	Dilakukan diawal sembari melakukan aktivitas lainnya

<b>Jenis Pemborosan (What)</b>	<b>Sumber Pemborosan (Where)</b>	<b>Penanggung Jawab (Who)</b>	<b>Waktu Terjadi (When)</b>	<b>Penyebab (Why)</b>	<b>Saran Perbaikan (How)</b>
<i>Innappropriate Processing</i>	Stasiun Kerja Pengeringan	Operator Pengeringan	Saat persiapan menjemur kain	Saat operator memilah-milah kain dan mengibas ngibas kain	Mengelompokkan kain setelah pengangkatan dan penirisan
<i>Waiting</i>	Stasiun Kerja Pengeringan	Operator Pengeringan	Saat pengeringan kain, kain tidak kering pada waktunya	Faktor cuaca yang tidak menentu. Saat cuaca hujan waktu pengeringan menjadi lebih lama yaitu sampai keesokan harinya	Membuat ruangan yang dapat mengatur suhu, sehingga walau cuaca sedang musim hujan kain tetap dapat kering dengan waktu yang lebih cepat. Selain ruangan yang dapat mengatur suhu dapat juga menggunakan alat bantu pengering
<i>Innappropriate Processing</i>	Stasiun Kerja Pengecapan	Operator Pengecapan	Mengerjakan ulang kain yang telah dicap	Terjadi kesalahan cap atau cap tidak rapi	Memberikan training kepada pekerja
<i>Innappropriate Processing</i>	Stasiun Kerja Pewarnaan	Operator Pewarnaan	Mengerjakan ulang kain yang telah diwarnai	Warna yang tidak sesuai dengan yang diinginkan	Pembuatan petunjuk cara pembuatan beserta takaran bahan pewarna sehingga warna yang dihasilkan sama
<i>Defect</i>	Stasiun Kerja Pengecapan	Operator Pengecapan	Saat Pengecapan	Operator sudah lanjut usia sehingga daya pengelihatan menurun dan terdapat satu operator baru sehingga masih belum menguasai pekerjaan tersebut	Pembuatan peraturan standar usia terlebih pada bagian produksi dan training kepada pekerja baru.

### 4.3.2 Perbaikan Melalui Konsep Kaizen

*Waste* direduksi dengan menerapkan metode kaizen. Prinsip dari penerapan kaizen yaitu melakukan perbaikan secara terus menerus (*continous improvement*) pada seluruh baik proses maupun individu untuk menambah nilai dan mengurangi pemborosan yang ada.

Tabel 4. 21 Perbaikan Kaizen

Aktivitas	Stasiun Kerja	Permasalahan	Usulan Kaizen
<i>delay</i>	Pengecapan	Penaruhan kain yang akan dicap dan setelah dicap ditaruh di lantai. Operator berulang kali membungkuk	Menambahkan meja atau bambu dan ditaruh di dekat meja pengecapan untuk penaruhan kain sebelum dan sesudah dicap. Mengimplementasikan 5 S
<i>delay</i>	Pengecapan	Letak kompor cap berada di belakang sebelah kanan operator sehingga operator perlu melangkah dan badan berputar sedangkan aktivitas ini dilakukan berkali-kali	Mendekatkan kompor cap sesuai dengan jangkauan operator. menerapkan 5S
<i>delay</i>	Pengecapan	Letak penggaris ukur yang digunakan untuk memberi batas juga berada dibelakang sebelah kiri operator sehingga adanya gerakan memutar badan	Mengimplementasikan 5S. Dengan mendekatkan penggaris dekat dengan meja pengecapan sehingga memudahkan operator dalam mengambil penggaris
Transportasi	Pengecapan	Letak stasiun kerja pengecapan jauh dengan stasiun kerja lainnya sehingga pada saat akan mengambil kain dan menaruh ke tempat penyimpanan membutuhkan waktu yang lama	Mendekatkan stasiun pengecapan dengan stasiun kerja yang lainnya dengan optimalisasi layout
Transportasi	Pemotongan	Jauhnya jarak antara meja potong dengan stasiun perebusan kain	Optimalisasi layout. Karna proses pemotongan selalu diikuti oleh proses perebusan kain maka stasiun pemotongan dipindahkan dekat dengan stasiun perebusan.

Aktivitas	Stasiun Kerja	Permasalahan	Usulan Kaizen
<i>delay</i>	Pewarnaan	Adanya aktivitas menunggu air mendidih dan tidak melakukan apapun	Sebaiknya merebus air saat awal proses pewarnaan sehingga dapat melakukan aktivitas lainnya
<i>delay</i>	Pewarnaan	Aktivitas menguras bak	Menguras bak dilakukan setelah selesai melakukan pewarnaan
<i>delay</i>	Pewarnaan	Aktivitas memilah-milah kain sebelum di rendam menggunakan air	Pengelompokan kain saat penaruhan kain sesaat setelah kain dicap
<i>delay</i>	Pewarnaan	Aktivitas mencari bahan pewarna yang ditempatkan dalam satu tempat dan tidak dikelompokkan dan tidak diberi label yang jelas	Perbaiki tempat penyimpanan bahan pewarna dengan mengimplementasikan 5S. Dengan mengelompokkan berdasarkan warna dan diberi label.
<i>delay</i>	Pewarnaan	Warna yang tidak sesuai dengan yang diinginkan. Sehingga perlu dikerjakan ulang hingga mendapatkan warna yang diinginkan	Pembuatan petunjuk cara pembuatan beserta takaran bahan pewarna sehingga warna yang dihasilkan sama

### 4.3.3 Usulan Perbaikan *Process Activity Mapping*

Perbaikan pada *Process Activity Mapping* (PAM) berdasarkan usulan yang telah diberikan sebelumnya yang dijadikan dasar pemberian usulan. Pada PAM usulan yang diberikan berupa pengurangan waktu siklus pada aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non value added*). Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah yaitu delay dan transportation. Hasil usulan perbaikan berdasarkan PAM (*Process Activity Mapping*) dapat dilihat pada Tabel 4.22

Tabel 4. 22 Usulan Process Activity Mapping

Proses	Aktivitas	Mesin/ Alat	Jarak	Waktu (detik)	Hasil Reduksi (1)	Hasil Reduksi (2)	Hasil Reduksi (3)	Aktivitas			VA/NVA/NNVA	
								O	T	I S D		
Pemotongan	Mengambil Kain	Manual	8 m	10.268	10.268	10.268	6.34		T		NNVA	
	Mengukur	Meteran		252.42	252.42	252.42	252.42	O			VA	
	Memotong	Gunting		177.16	177.16	177.16	177.16	O			VA	
	Membawa ke tempat perebusan	Manual	9 m	39.16	39.16	39.16	6.45		T		NNVA	
	Merebus Kain	Manual, Bak		14249.5	14249.5	14249.5	14249.5	O			VA	
	Kain di angkat	Manual, Tongkat kayu		340.42	340.42	340.42	340.42				D	NNVA
	Kain dibawa ke penjemuran	Manual	5 m	29.733	29.733	29.733	14.75		T			NNVA
	Pengeringan kain	Manual		18146	3800	3800	3800				D	NNVA
	Membawa kain ke meja untuk dilipat	Manual	4 m	33.428	33.428	33.428	17.144		T			NNVA
	Melipat kain	Manual		278.32	278.32	278.32	278.32	O				VA
	Menaruh Kain di Meja	Manual		60.44	60.44	60.44	60.44				S	NNVA

Proses	Aktivitas	Mesin/ Alat	Jarak	Waktu (detik)	Hasil Reduksi (1)	Hasil Reduksi (2)	Hasil Reduksi (3)	Aktivitas					
								O	T	I	S	D	VA/NVA/NNVA
Pengecapan	Mengambil kain	Manual	7 m	20.623	20.623	20.623	5.85		T			NNVA	
	Peletakan kain keatas meja	Manual		715.12	715.12	715.12	78				D	NNVA	
	Mengukur kain memberi batas	Penggaris, Pensil		468.64	468.64	468.64	321	O					VA
	Persiapan cetakan cap	Manual, Cap		243.1	243.1	243.1	243.1				D		NVA
	Mulai pengecapan	Manual		13500.5	13500.5	13500.5	13500.5	O					VA
	Geser kain	Manual		2247.58	2247.58	2247.58	2247.58				D		NNVA
	Tambah bahan malam (lilin batik)	Manual, Kompore, Wajan		251.46	251.46	51.46	51.46				D		NNVA
	Mulai pengecapan kembali	Manual		12668	12668	12668	12668	O					VA
	Melipat kain	Manual		444.9	444.9	444.9	444.9	O					VA
	Mengambil kain	Manual		84.58	84.58	84.58	78				D		NVA
Merapikan kain di meja	Manual		315.66	315.66	315.66	315.66				D		NVA	

Proses	Aktivitas	Mesin/ Alat	Jarak	Waktu (detik)	Hasil Reduksi (1)	Hasil Reduksi (2)	Hasil Reduksi (3)	Aktivitas					
								O	T	I	S	D	VA/NVA/NNVA
Pengecapan	Tambah bahan malam (lilin batik)	Manual, Kompor, Wajan		64.66	64.66	51.46	51.46				D	NNVA	
	Pengecapan sisi sebaliknya	Manual		24494	24494	24494	24494	O				VA	
	Geser kain	Manual		336.14	336.14	336.14	336.14				D	NNVA	
	Pengecekan hasil cap	Manual		862.18	862.18	862.18	862.18			I		VA	
	Melipat kain	Manual		275.48	275.48	275.48	275.48	O				VA	
	Menaruh ke tempat penyimpanan	Manual	6 m	34.712	34.712	34.712	5.85			T			NNVA
	Mengambil kain	Manual	3m	27.293	27.293	27.293	27.293			T			NNVA
Pewarnaan	Memilah Kain	Manual		22.683	22.683	10	10				D	NVA	
	Kain dibasahi dengan air biasa	Manual, Selang		158.62	158.62	158.62	158.62	O				VA	
	Menunggu air mendidih	Kompor, Panci		607.88	399.284	399.284	399.284				D	NVA	
	Menguras bak air	Manual, Bak		111.07	111.07	0	0				D	NVA	

Proses	Aktivitas	Mesin/ Alat	Jarak	Waktu (detik)	Hasil	Hasil	Hasil	Aktivitas							
					Reduksi (1)	Reduksi (2)	Reduksi (3)	O	T	I	S	D	VA/NVA/NNVA		
Pewarnaan	Mengisi air bak	Bak		71.531	10	10	10	O							NNVA
	Menimbang bahan naptol	Timbangan		191.29	191.29	191.29	102	O							VA
	Menimbang bahan garam	Timbangan		291.98	291.98	291.98	192	O							VA
	Memberi air pada campuran garam	Wadah		28.964	28.964	28.964	28.964	O							VA
	Pemberian air panas ke naptol	Wadah, Gayung		85.658	85.658	85.658	85.658	O							VA
	Pencampuran naptol ke air yang telah di isi di bak	Wadah, Bak		30.764	30.764	30.764	30.764	O							VA
	Perendaman kain di naptol	Manual, Bak		1120.64	1120.64	1120.64	1120.64	O							VA
	Penirisan	Manual		317.9	116	116	116							D	NVA
	Perendaman kain di air garam	Manual, Bak		1168.72	1168.72	1168.72	1168.72	O							VA
	Penirisan	Manual		152.84	104	104	104							D	NVA
	Bilas menggunakan air biasa	Manual, Bak		607.04	607.04	607.04	607.04	O							VA

Proses	Aktivitas	Mesin/ Alat	Jarak	Waktu (detik)	Hasil	Hasil	Hasil	Aktivitas					
					Reduksi (1)	Reduksi (2)	Reduksi (3)	O	T	I	S	D	VA/NVA/NNVA
Pewarnaan	Kain ditiriskan	Manual		110.72	84.72	84.72	84.72					D	NVA
	Bilas menggunakan air biasa untuk kedua kalinya	Manual, Bak		1048.9	1048.9	1048.9	1048.9	O					VA
	Kain ditiriskan	Manual		121.52	59.76	59.76	59.76					D	NVA
	Perendaman kain di naptol yang kedua kalinya	Manual, Bak		984.26	984.26	984.26	984.26	O					VA
	Penirisan	Manual		102.7	50.35	50.35	50.35					D	NVA
	Perendaman kain di campuran garam untuk kedua kalinya	Manual, Bak		1795.94	1795.94	1795.94	1795.94	O					VA
	Penirisan	Manual		102.58	50.29	50.29	50.29					D	NVA
	Bilas menggunakan air biasa	Manual, Bak		613.12	613.12	613.12	613.12	O					VA
	Penirisan	Manual		101.02	48.51	48.51	48.51					D	NVA
	Bilas menggunakan air biasa untuk kedua kalinya	Manual, Bak		977.88	977.88	977.88	977.88	O					VA
	Penirisan	Manual		5.364	0	0	0					D	NVA

Proses	Aktivitas	Mesin/ Alat	Jarak	Waktu (detik)	Hasil Reduksi (1)	Hasil Reduksi (2)	Hasil Reduksi (3)	Aktivitas			
								O	T	I	S
Lorod	Mengambil kain	Manual	5m	14.79	14.79	14.79	14.79	T			NNVA
	Direndam dengan air campuran pati	Manual, Bak		9.479	9.479	9.479	9.479	O			VA
	Direbus menggunakan air campuran tepung tapioka	Kayu Bakar, Bak Panci		2248.2	2248.2	2248.2	2248.2	O			VA
	Pengangkatan kain	Tongkat Kayu		338.42	338.42	338.42	338.42			D	NNVA
	Bilas menggunakan air biasa	Manual, Bak		530.6	530.6	530.6	530.6	O			VA
	Penirisan	Manual		355.52	0	0	0			D	NVA
	Pengeringan	Persiapan jemur	Manual		58.524	58.524	10	10			D
Penjemuran		Manual		17524	3800	3800	3800			D	NNVA
Taruh kain ke meja		Manual	4 m	17.144	17.144	17.144	17.144	T			NNVA
Pengecekan kain keseluruhan		Manual		807.32	807.32	807.32	807.32		I		VA
Lipat kain		Manual		403.88	403.88	403.88	403.88	O			VA

Proses	Aktivitas	Mesin/ Alat	Jarak	Waktu (detik)	Hasil	Hasil	Hasil	Aktivitas							
					Reduksi (1)	Reduksi (2)	Reduksi (3)	O	T	I	S	D	VA/NVA/NNVA		
Pengeringan	Taruh ketempat penyimpanan	Manual	11 m	38.22	38.22	38.22	38.22		T						NNVA
	Total waktu Detik/Batch			125989.8	96803.099	96417.622	95356.739								
	Total waktu Jam/Batch			34.99716	26.88975	26.782673	26.487983								
	Total waktu Jam/150 produk			262.4787	201.67312	200.87005	198.65987								
	Total waktu pengerjaan/hari			40.38133	31.026634	30.903084	30.563057								
	Target Produksi 30 hari			Lebih 10 hari dari target produksi	Lebih 1 hari dari target produksi	Lebih 1 hari dari target produksi	Hampir sesuai target produksi								

1 Batch = 20 Potong , sekali pesanan = 150 produk

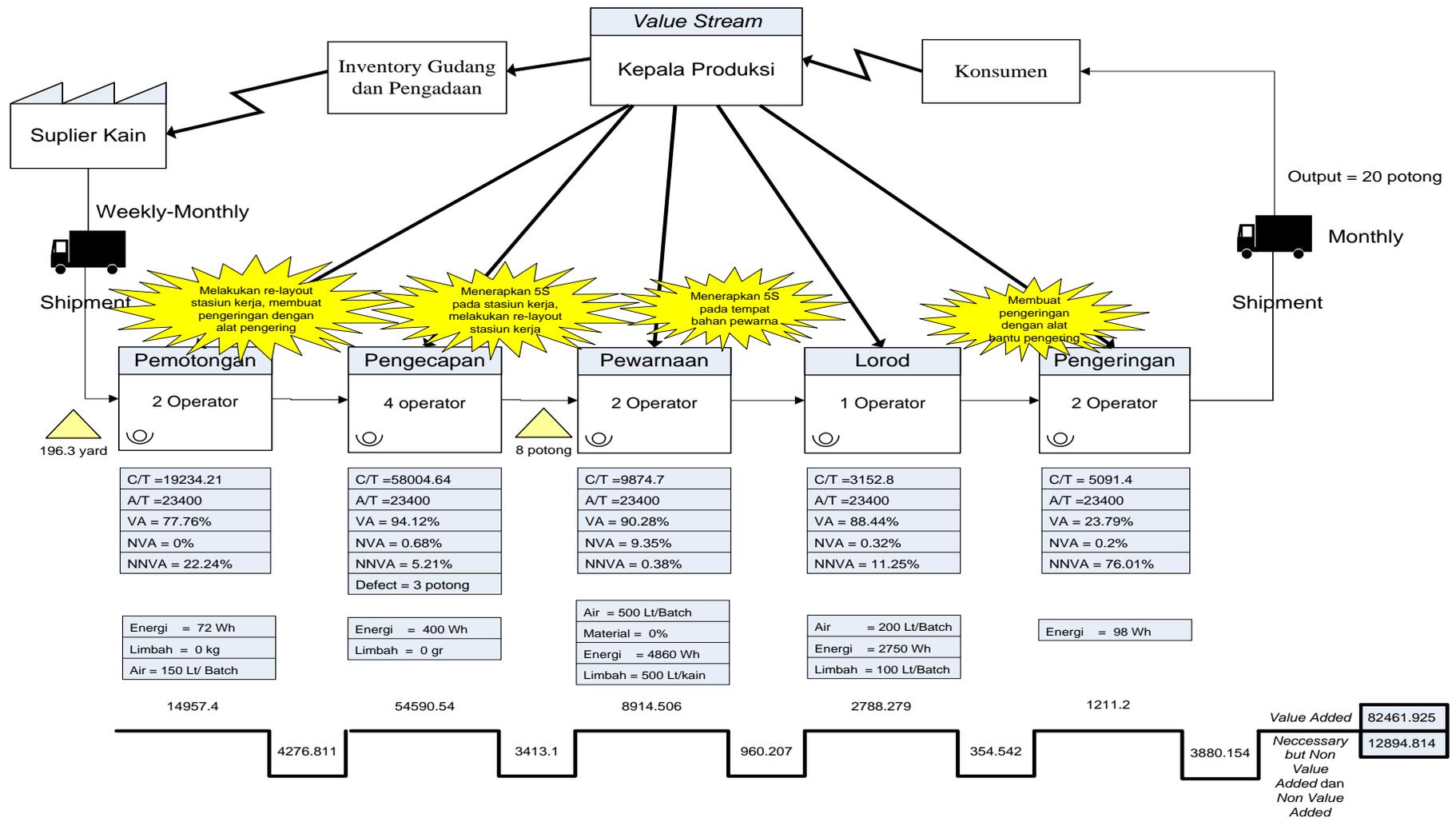
#### 4.3.4 Usulan perbaikan pada aspek lingkungan

Parameter	Identifikasi	Usulan Perbaikan
Limbah	Terdapat banyak sisa lilin batik yang menempel pada dinding, meja cap, sekitaran kompor akibat cipratan lilin batik saat pengecapan	Lilin batik yang tercecer pada meja, sekitar kompor, dinding di kerok dan dilorod untuk dapat di proses kembali dan dapat digunakan kembali
Limbah	Terdapat banyak sisa lilin batik yang terpisah saat proses lorod (peluruhan lilin batik)	Sisa lilin batik disaring dan dikumpulkan untuk di proses ulang sampai dapat digunakan kembali
Limbah	Limbah cair setelah proses pewarnaan dan proses lorod mengandung campuran bahan berbahaya. Setelah melalui pengolahan limbah didapat hasil kadar pH, dan TTS sudah sesuai dengan baku mutu. Namun untuk nilai COD masih melebihi baku mutu.	Memberi tambahan tawas untuk menurunkan nilai COD dan memperkecil (menghaluskan) partikel tawas untuk mempercepat proses pengolahan limbah
Konsumsi Air	Penggunaan air saat proses pewarnaan dan lorod	Menyadarkan pekerja untuk menggunakan air sebaik mungkin jika selesai proses maka keran langsung ditutup, untuk penggunaan air yang lebih sedikit dapat menggunakan pewarna alami pada proses pewarnaan
Penggunaan Energi	Sering kali penggunaan lampu dan kipas angin saat kondisi terang seperti pada pagi hingga siang hari, bahkan saat jam istirahat pun beberapa lampu dan kipas angin masih menyala	Mengurangi penggunaan energi listrik, dengan menggunakan energi listrik secukupnya. Mematikan lampu dan kipas saat setelah selesai pekerjaan dan jam istirahat. Menggunakan lampu pada pagi sampai siang hari jika matahari tidak terik atau kondisi hujan sehingga kurang pencahayaan dan sore hingga malam hari, selain itu maka tidak menyalakan lampu.

<b>Parameter</b>	<b>Identifikasi</b>	<b>Usulan Perbaikan</b>
Penggunaan Bahan Baku	Menggunakan bahan-bahan berbahaya yaitu bahan kimia, yang dapat memberi dampak lingkungan	Perlu dilakukan pengolahan limbah yang tepat agar tidak berdampak buruk untuk lingkungan.

#### **4.3.5 *Future State Value Stream Mapping***

Berdasarkan rekomendasi perbaikan maka dibuat visualisasi kondisi mendatang pada Batik Plentong. *Future state value stream mapping* dapat dilihat pada gambar 4.4



Gambar 4. 4 Future State Value Stream Mapping

## BAB V

### PEMBAHASAN

#### 5.1 Analisis *Current State Environmental Value Stream Mapping*

*Current State Value Steam Mapping* pada Gambar 4.3 menggambarkan kondisi awal proses produksi batik cap truntum per batch atau 20 produk, dimana berisi aliran informasi seperti terdapat waktu proses masing-masing aktivitas. Sehingga dapat diidentifikasi aktivitas-aktivitas yang bernilai tambah (*Value Adeded*), aktivitas yang tidak bernilai tambah (*Non Value Added*), dan aktivitas yang perlu dilakukan tetapi tidak menambah nilai (*Necessary but Non Value Added*). Diketahui aktivitas yang bernilai tambah (*Value Adeded*) yaitu kegiatan operasi. Sedangkan aktivitas yang perlu dilakukan tapi tidak bernilai tambah (*Necessary but Non Value Added*) seperti kegiatan transportasi, *storage*, dan aktivitas yang tidak bernilai tambah (*Non Value Added*) diantaranya adalah aktivitas *delay*. Dari *Current State Value Steam Mapping* dapat diketahui *available time* selama 23400 dengan total *cycle time* selama 125989.76 detik/ Batch atau sama dengan 34.99 jam/Batch. Dalam memenuhi pesanan sebanyak 150 produk dalam waktu 30 hari, maka seharusnya waktu yang dibutuhkan per Batchnya adalah 26 jam. Sehingga terdapat perbedaan waktu aktual dengan target produksi.

#### 5.2 Identifikasi Pemborosan

Pada *current state value stream mapping* diketahui aktivitas yang tergolong dalam pemborosan. Berikut merupakan analisa 7 pemborosan yang terjadi pada saat proses produksi Batik Cap di Batik Plentong:

a. *Innappropriate Processing* (Pemborosan Proses)

Terdapat beberapa proses yang seharusnya tidak dikerjakan seperti kain yang salah cap perlu dilakukan tindakan tambahan yaitu dengan memercikkan air dan di beri besi panas.

b. *Over Production* (Produksi Berlebih)

Pada proses produksi batik cap tidak ada produksi yang berlebih terkadang justru kurang dari target yang telah ditentukan perharinya. Sehingga proses produksi dikerjakan di hari selanjutnya.

c. *Excessive Transportation* (Transportasi Berlebih)

Transportasi berlebih terjadi saat pemindahan material dari satu proses ke proses selanjutnya. Transportasi ini berkaitan dengan jarak yang di tempuh pada saat aktivitas proses produksi berlangsung. Aktivitas itu antara lain jarak yang jauh saat mengambil kain untuk di cap dan menaruhnya kembali ketempat penyimpanan sementara, begitu pula dari proses pemotongan ke tempat perebusan kain yang telah di potong terdapat jarak yang jauh.

d. *Waiting* (menunggu)

Pada Batik Plentong waktu tunggu terjadi saat proses produksi berlangsung yaitu aktivitas pewarnaan dilakukan jika proses sebelumnya yaitu pengecapan menghasilkan minimal 20 potong kain jika blum mencapai 20 potong maka menunggu sampai keesokan harinya hingga kain berjumlah minimal 20 potong ini menyebabkan terjadinya *bottleneck* pada proses selanjutnya, selain itu waktu tunggu terjadi karena keterlambatan kedatangan material ini biasa disebabkan karena naiknya harga material sehingga perusahaan mencari *suplier* lain dengan harga yang sama dengan sebelumnya, hal ini tentu saja membuang waktu lama. Waktu tunggu juga terjadi karena faktor cuaca yang tidak menentu pada saat proses pengeringan sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mengeringkan kain.

e. *Unnecessary Inventory* ( Persediaan Tidak Memberi Nilai Tambah)

Pada batik plentong *Unnecessary Inventory* tidak terjadi pada bahan baku utama namun penumpukan *inventory* ditemukan setelah proses pengecapan karena kain di tumpuk terlebih dahulu hingga jumlah kain minimal 20 potong baru akan dilanjutkan ke proses pewarnaan.

f. *Unnecessary Motion* (Gerakan yang tidak perlu)

Gerakan yang tidak diperlukan selama proses produksi termasuk dalam pemborosan karena hanya akan memperpanjang waktu pengerjaan. Aktivitas tersebut diantaranya gerakan mencari peralatan dan gerakan mencari bahan pewarnaan karena semua bahan di kumpulkan di satu tempat dan tidak

dibedakan berdasarkan warna dan tidak diberi label, mengambil penggaris untuk pemberian batas dilakukan dengan cara berputar atau berbalik badan, begitu pula letak kompor untuk menempelkan lilin batik berada dibelakang operator sehingga adanya gerakan berputar atau berbalik badan sedangkan aktivitas ini dilakukan berkali-kali.

g. *Defect* (Produk Cacat)

Produk cacat berupa warna yang tidak sesuai seperti apa yang diinginkan pada saat pewarnaan, hasil cap tidak rapi sehingga memerlukan pekerjaan ulang yang membuang banyak tenaga, material dan waktu .

Berikut analisis pemborosan lingkungan (*environmental waste*) pada proses produksi Batik Cap di Batik Plentong:

a. Air

Air digunakan saat proses pemotongan, pewarnaan dan proses lorod. Dimana sebelum masuk proses pengecapan, kain akan direbus terlebih dahulu setelah pemotongan selesai. Saat perebusan kain menggunakan air sebanyak 150 liter/Batch atau 7.5 liter/potong. Untuk pewarnaan memerlukan air sebanyak 94.75 liter/potong atau 1895 liter/Batch. Air digunakan untuk melarutkan campuran garam dan campuran bahan pewarna yaitu naptol. Kemudian air juga digunakan untuk membilas kain setelah proses perendaman dengan naptol dan campuran garam. Proses selanjutnya yaitu lorod (pelepasan lilin) dimana kain akan direbus dengan air sebanyak 10 liter untuk satu potong kain atau 200 liter/Batch saat proses perebusan, dan 40 liter untuk membilas kain yang telah di rebus. Dalam sehari proses pewarnaan dan pelorodan memproses 20-30 potong. Sedangkan rata-rata penggunaan air untuk proses pewarnaan dan pelorodan adalah 50 liter untuk satu potong kain (Indrayani, 2004) dan Balai besar kerajinan dan batik yogyakarta.. Berdasarkan hal tersebut maka Batik Plentong menggunakan air secara berlebihan

b. Energi

Konsumsi energi saat proses produksi digunakan untuk menyalakan lampu, kipas angin, dan pompa air. Pompa air yang digunakan berjumlah 2, pompa air ini digunakan untuk memenuhi seluruh kebutuhan proses pewarnaan dan lorod.

Total penggunaan energi listrik pada bagian produksi yaitu sebesar 8180 wh. Target pengurangan dari perusahaan yaitu sebesar 10% dari penggunaan awal.

c. Limbah

Saat proses produksi batik cap ditemukan beberapa limbah. Limbah padat ditemukan pada proses pengecapan dimana limbah berupa bahan malam (lilin batik) yang menempel pada sisi bantalan meja yang digunakan saat proses pengecapan dan menempel pada dinding-dinding sekitar. Begitu juga pada bak tempat pelorodan (pelepasan lilin) terdapat lilin batik yang mengambang yang nantinya dapat di gunakan kembali setelah melalui proses. Limbah cair ditemukan pada proses pewarnaan dan lorod, pada saat pewarnaan limbah air mengandung bahan berbahaya seperti naptol, indigosol, Hcl, dan abu soda pada proses lorod. Dari Batik Plentong sendiri sudah ada penanganan terkait limbah cair dengan pengolahan secara fisik (sedimentasi) dan kimia (koagulasi). Limbah air diendapkan di lima penampungan bak sedimentasi kemudian disatukan di bak terakhir (bak koagulasi) yang mempertemukan endapan dari pewarnaan dan endapan dari lorod yang akan diberi kaporit sebanyak 5 kg.

d. Material

Pada material yang digunakan ada yang dapat digunakan kembali seperti bahan malam (lilin batik). Kemudian terdapat penggunaan bahan kimia seperti naphthol, HCL dan indigosol. Bahan berbahaya ini tidak ramah terhadap lingkungan dimana menggunakan bahan pewarna sintetis untuk proses pewarnan.

### 5.3 Analisis Hasil Pemilihan Tools dengan Metode VALSAT

Metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) digunakan untuk menghitung bobot *waste* dan *environmental waste*. Hasil pembobotan pada kuisioner 7 *environmental waste* yang terdapat pada Tabel 4. Diketahui Kriteria Limbah merupakan prioritas utama dari perusahaan untuk diminimasi atau dihilangkan, kemudian diikuti oleh Air. Berdasarkan hasil tersebut peneliti melakukan tindakan perbaikan untuk skor yang paling tinggi terlebih dahulu yang menjadi prioritas perusahaan untuk diminimasi.

Pada hasil pembobotan pada kuisioner 7 *waste* yang terdapat pada Tabel 4. Diketahui *wasting* merupakan prioritas utama perusahaan untuk di eliminasi atau dihilangkan. Selain itu terdapat *Innapropriate Process*, *Unnecessary Motion*, *Defect*,

*Excessive Transportation, Unnecessary Inventory*. Hasil pembobotan 7 waste kemudian akan diolah dengan menggunakan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT).

*Value Stream Analysis Tools* (VALSAT) digunakan untuk menganalisis dan membantu mengeliminasi pemborosan hingga menghilangkan pemborosan. Hasil pembobotan 7 waste yang telah dihitung sebelumnya akan diolah menggunakan matriks VALSAT untuk pemilihan *tools* yang cocok digunakan untuk mengurangi pemborosan yang terjadi dengan *detail mapping tools*.

Hasil perhitungan pada Tabel 4.16 diketahui *Process Activity Mapping* (PAM) memiliki skor yang paling besar dibandingkan dengan 6 *tools* lainnya. Sehingga *tools* PAM dipilih untuk memetakan seluruh aktivitas untuk mengeliminasi waste. Pada *tools* PAM aktivitas di kelompokkan menjadi lima jenis diantaranya adalah operasi, transportasi, inspeksi, *delay* dan penyimpanan. Kelima aktivitas tersebut dikategorikan sebagai aktivitas yang memberikan nilai tambah (*value added*), tidak memberikan nilai tambah (*non value added*), dan aktivitas yang perlu dilakukan namun tidak memberikan nilai tambah (*necessary but non value added*). *Process Activity Mapping* dapat dilihat pada Tabel 4.

Berdasarkan hasil perhitungan PAM didapat waktu dan persentase tiap aktivitas yang dapat dilihat pada Tabel 4. aktivitas tertinggi yaitu Operasi sebesar 64.450% kemudian diikuti oleh *Delay* sebesar 33.953%, Transportasi sebesar 0.223%, Inspeksi 1.325%, dan *Storage* sebesar 0.048%. Aktivitas tersebut dikelompokkan menjadi aktivitas yang memberikan nilai tambah (*value added*), tidak memberikan nilai tambah (*non value added*), dan aktivitas yang perlu dilakukan namun tidak memberikan nilai tambah (*necessary but non value added*). Aktivitas yang memberikan nilai tambah (*value added*) sebesar 65.72% kebanyakan merupakan aktivitas operasi, tidak memberikan nilai tambah (*non value added*) sebesar 2.233% seperti aktivitas *delay*, dan aktivitas yang perlu dilakukan namun tidak memberikan nilai tambah (*necessary but non value added*) sebesar 32.048% seperti aktivitas transportasi. Dengan diketahui golongan dari aktivitas tersebut maka dapat diketahui aktivitas yang tidak diperlukan saat proses produksi berlangsung sehingga dapat direduksi.

## 5.4 Usulan Perbaikan

### 5.4.1 Analisis Perbaikan Melalui Konsep Kaizen

*Waste* direduksi dengan menerapkan metode kaizen. Prinsip dari penerapan kaizen yaitu melakukan perbaikan secara terus menerus (*continous improvement*) pada seluruh baik proses maupun individu untuk menambah nilai dan mengurangi pemborosan yang ada. Dengan cara menganalisis *current state value stream mapping* dan mengidentifikasi aktivitas yang tidak memberi nilai tambah (*non value added*) yang mungkin untuk di reduksi pada Batik Plentong sebagai solusi penerapan *lean manufacturing*. Usulan perbaikan penerapan kaizen dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5. 1 Analisis Kaizen

Before	Plan	Dampak Lean Green	Efisiensi
Jauhnya jarak antara meja potong dengan stasiun perebusan kain	Optimalisasi layout. Karna proses pemotongan selalu diikuti oleh proses perebusan kain maka stasiun pemotongan dipindahkan dekat dengan stasiun perebusan	Dampak Lean : Mengurangi Waktu Siklus  Dampak Green : Tidak menyebabkan environmental waste	16.47 %
Faktor cuaca yang tidak menentu. Saat cuaca hujan waktu pengeringan menjadi lebih lama yaitu sampai keesokan harinya	Menggunakan alat bantu pengering yang dapat mengatur suhu	Dampak Lean : Mengurangi Waktu Siklus  Dampak Green : Tidak menyebabkan environmental waste	21.4 %
Jauhnya jarak antara stasiun kerja pengecapan dan stasiun kerja lainnya yang berhubungan	Memindahkan stasiun kerja pengecapan dekat dengan stasiun kerja yang berhubungan	Dampak Lean : Mengurangi Waktu Siklus  Dampak Green : Tidak menyebabkan environmental waste	28.37%

Before	Plan	Dampak Lean Green	Efisiensi
Penaruhan kain yang akan dicap dan setelah dicap ditaruh di lantai. Operator berulang kali membungkuk	Menggunakan bambu dan ditaruh di dekat meja pengecapan untuk penaruhan kain sebelum dan sesudah dicap.	Dampak Lean : Mengurangi Waktu Siklus  Dampak Green : Tidak menyebabkan environmental waste	11.1 %
Letak kompor cap berada di belakang sebelah kanan operator sehingga operator perlu melangkah dan badan berputar sedangkan aktivitas ini dilakukan berkali-kali	Mendekatkan kompor cap sesuai dengan jangkauan operator. menerapkan 5S	Dampak Lean : Mengurangi Waktu Siklus  Dampak Green : Tidak menyebabkan environmental waste	20.46%
Letak penggaris ukur yang digunakan untuk memberi batas juga berada dibelakang sebelah kiri operator sehingga adanya gerakan memutar badan	Mengimplementasikan 5S. Dengan mendekatkan penggaris dekat dengan meja pengecapan sehingga memudahkan operator dalam mengambil penggaris	Dampak Lean : Mengurangi Waktu Siklus  Dampak Green : Tidak menyebabkan environmental waste	68.50%
Aktivitas mencari bahan pewarna yang ditempatkan dalam satu tempat dan tidak dikelompokkan dan tidak diberi label yang jelas	Perbaiki tempat penyimpanan bahan pewarna dengan mengimplementasikan 5S. Dengan mengelompokkan berdasarkan warna dan diberi label	Dampak Lean : Mengurangi Waktu Siklus  Dampak Green : Tidak menyebabkan environmental waste	65.76
Adanya aktivitas menunggu air mendidih dan tidak melakukan apapun	Perebusan air saat awal proses pewarnaan sehingga dapat melakukan aktivitas lainnya sembari air direbus	Dampak Lean : Mengurangi Waktu Siklus  Dampak Green : Tidak menyebabkan environmental waste	65.68%

Before	Plan	Dampak Lean Green	Efisiensi
<p>Aktivitas memilah-milah kain sebelum di rendam menggunakan air</p>	<p>Pengelompokan kain setelah pengecapan dan ditaruh meja</p>	<p>Dampak Lean : Mengurangi Waktu Siklus</p> <p>Dampak Green : Tidak menyebabkan environmental waste</p>	<p>44.1 %</p>
<p>Pada persiapan jemur adanya aktivitas memilah milah kain</p>	<p>Merapikan tirsan kain yang telah di lorod sehingga pada saat penjemuran kain telah rapi terpisah-pisah</p>	<p>Dampak Lean : Mengurangi Waktu Siklus</p> <p>Dampak Green : Tidak menyebabkan environmental waste</p>	<p>17.1%</p>

#### 5.4.2 Perbaikan Berdasarkan *Process Activity Mapping*

Tabel 4. menunjukkan usulan PAM dimana beberapa aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah maupun aktivitas yang perlu dilakukan namun tidak memberikan nilai tambah akan dikurangi waktunya berdasarkan rekomendasi yang telah diberikan sebelumnya.

Tujuan aktivitas tersebut dikurangi adalah untuk mengurangi waktu siklus produksi. Tabel 5.3 sampai dengan Tabel 5.7 menunjukkan bahwa terdapat 3 kali reduksi ini dilakukan berdasarkan dari prioritas utama dari perusahaan yaitu mengurangi pemborosan aktivitas *waiting* sehingga reduksi 1 menunjukkan pengurangan waktu siklus pada aktivitas *waiting* menjadi sebesar 96803.099 detik/Batch sedangkan waktu siklus awal sebesar 125989.76 detik/Batch, namun pengurangan pada aktivitas *waiting* belum memenuhi target sehingga dilakukan reduksi 2 yaitu mengurangi waktu siklus dari aktivitas *innapropriate processing* sesuai dengan urutan prioritas, dari pengurangan tersebut didapat hasil waktu siklus sebesar 96417.622 detik/Batch. Pengurangan waktu siklus tersebut belum memenuhi target. Target untuk memenuhi pesanan konsumen sebesar 9300 detik/Batch sehingga dilakukan reduksi 3 yaitu dengan mengurangi waktu siklus dari pemborosan lainnya seperti transportasi dan motion. Perbaikan dari pemborosan transportasi seperti mendekatkan stasiun kerja pengecapan dan stasiun kerja pemotongan kain dengan stasiun kerja lainnya yang berhubungan. Perbaikan dari pemborosan motion seperti menerapkan 5S pada stasiun kerja pengecapan dan pewarnaan. Setelah direduksi mendapatkan hasil sebesar 95356.74 detik/Batch dimana hasil ini belum memenuhi dari target yaitu sebesar 9300. Namun sudah mengurangi sebanyak 30633.021 Detik/Batch. Data perbaikan waktu dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5. 2 Data Waktu *Process Activity Mapping*

Aktivitas	Jumlah	Total Waktu (Detik)	Persentase
Operasi	30	80802.43	84.74%
Transportasi	11	201.22	0.21%
Inspeksi	2	1669.5	1.75%
Storage	1	60.44	0.06%
Delay	25	12623.15	13.24%
VA	31	82461.93	86.48%
NVA	16	1579.674	1.66%
NNVA	22	11315.14	11.87%
<i>Cycle Time</i>			95356.74

### 5.4.3 Analisis Usulan Perbaikan Pada Aspek Lingkungan

Terdapat dua jenis limbah yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat berupa lilin batik yang tercecer saat proses pengecapan dan lilin batik yang terpisah saat proses lorod keduanya dapat di *recycle* atau digunakan kembali setelah melalui proses pengolahan. Untuk limbah cair dengan kandungan 100% menggunakan bahan kimia berbahaya seperti indigosol, naphthol, dan abu soda.

Pada batik plentong sudah melakukan pengolahan limbah dengan cara sedimentasi dan koagulasi untuk proses pewarnaan dan lorod. Dengan membuat masing-masing 5 bak untuk pengendapan limbah cair yang kemudian akan disatukan dalam satu bak koagulasi yang ditambahkan kapur. Peneliti melakukan uji laboratorium untuk melihat apakah *treatment* yang dilakukan sudah efektif dan sudah sesuai dengan baku mutu peraturan DIY nomor 7 tahun 2016 tentang baku mutu air limbah untuk industri batik yaitu sebagai berikut :

Tabel 5. 3 Baku Mutu dan Hasil Uji Laboratorium

Parameter	Baku Mutu	Hasil Uji Laboratorium	Keterangan
BOD	85mg/L	221.99 mg/L	Melebihi baku mutu
COD	250 mg/L	1480.96 mg/L	Melebihi baku mutu
TSS	60 mg/L	60 mg/L	Sesuai
pH	6-9	6.62	Sesuai

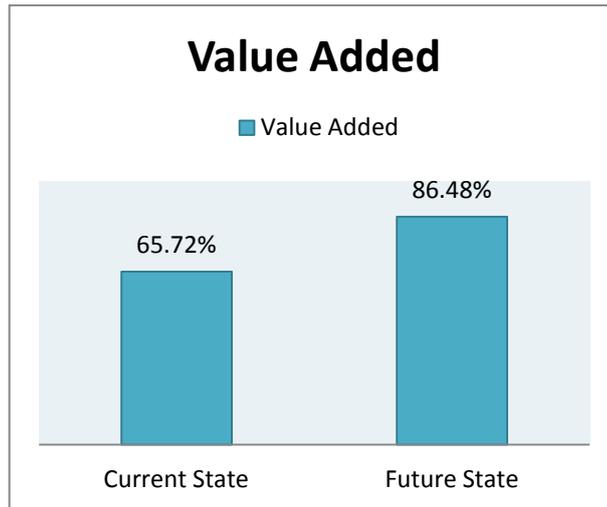
Dari tabel diatas diketahui nilai COD dan BOD melebihi baku mutu. Sedangkan TSS dan pH sudah sesuai dengan baku mutu, hal ini dikarenakan pengolahan dilakukan untuk menurunkan kandungan warna dan endapan dalam air limbah saja. Penggunaan bahan kimia berbahaya membuat nilai COD dan BOD dalam air buangan menjadi tinggi sehingga dapat melakukan pengolahan air limbah dengan menambahkan konsentrasi koagulan tawas dan memperkecil partikel atau menghaluskan ukuran tawas agar menaikkan tingkat kelarutan dalam air sehingga diharapkan dapat mengurangi waktu proses pengolahan limbah.

Koagulan tawas digunakan karena memiliki beberapa manfaat diantaranya adalah mudah didapatkan, murah, dan dapat mengendapkan zat-zat organik lebih cepat dibandingkan koagulan lainnya. Selain itu tawas juga efektif digunakan untuk menurunkan kadar karbonat. Sehingga semakin banyak konsentrasi tawas yang ditambahkan maka pH dan nilai COD makin turun. (Nugrahaningsih, Gusmaranti, & Mufiroh, 2012)

Memperkecil ukuran partikel tawas untuk mempercepat proses pengolahan limbah cair. Dimana semakin kecil ukuran partikel maka luas permukaan zat tersebut akan semakin meningkat sehingga dapat mempercepat kelarutan suatu zat. Sehingga semakin halus partikel yang digunakan maka semakin banyak pori-pori yang terbentuk dan dapat mudah diserap. (Tambun, Limbong, Pinem, & Manurung, 2016)

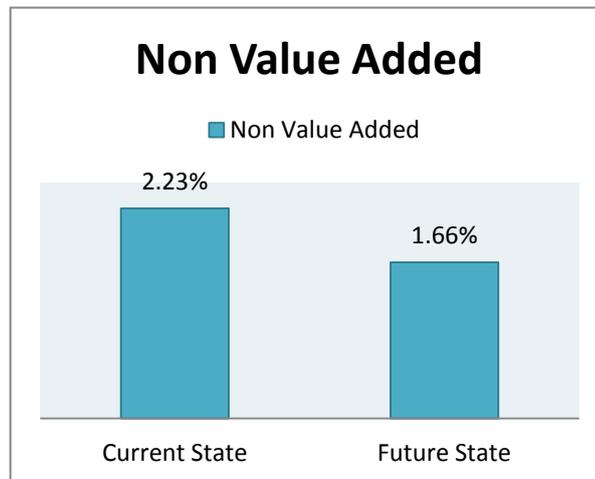
### **5.5 Analisis *Future State Environmental Value Stream Mapping***

*Future State Mapping* ini merupakan pemetaan proses produksi pada kondisi mendatang. Pada *Future State Mapping* dapat diketahui perubahan yang terjadi diakibatkan adanya rencana perbaikan dengan aktivitas kaizen dimana perbaikan tersebut menjadikan penurunan pada *cycle time* yang terdiri dari aktivitas *operasi*, *transportasi*, *delay* yang dikelompokkan kedalam aktivitas *value added*, *non value added*, dan *necessary but non value added*. Penurunan tersebut antara lain waktu aktivitas Operasi berkurang sebesar 398.436 detik. Aktivitas Transportasi juga berkurang sebesar 80.273 detik. Kemudian aktivitas *Delay* berkurang sebesar 30154.311 detik. Aktivitas *value added* bertambah, sedangkan aktivitas *non value added* dan *necessary but non value added* menjadi berkurang. Pengurangan waktu setiap aktivitas tersebut membuat total waktu produksi yang awalnya sebesar 125989.76 detik/Batch berubah menjadi 95356.74 detik/Batch. Sehingga total pengurangan sebesar 30633.02 detik/Batch. Berikut merupakan diagram perbandingan antara *current state* dengan *future state* yaitu sebagai berikut :



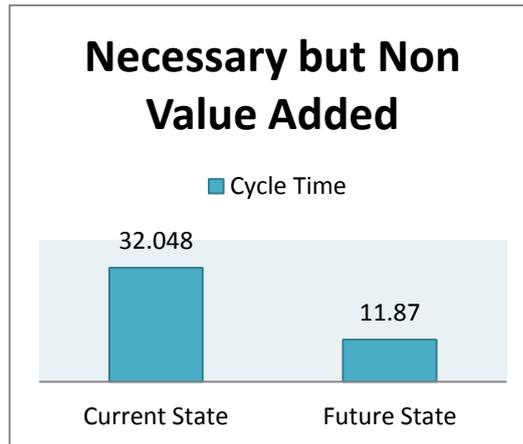
Gambar 5. 1 Perbandingan Nilai *Value Added*

Pada Kondisi awal atau *current state* waktu yang bernilai tambah untuk produk yaitu sebesar 65.72%. Sedangkan pada kondisi mendatang atau *future state* waktu yang memiliki nilai tambah untuk produk meningkat menjadi 86.48% dimana total peningkatan setelah dilakukan rencana perbaikan sebesar 20.76%.



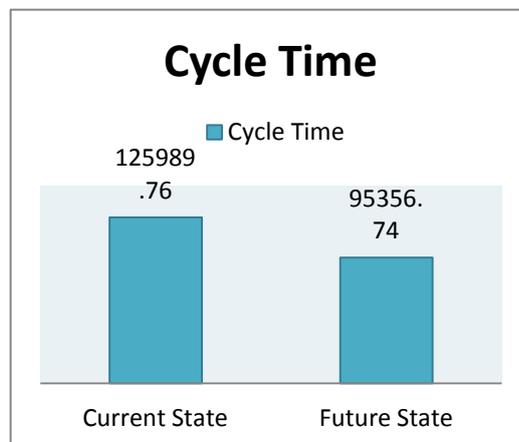
Gambar 5. 2 Perbandingan Nilai *Non Value Added*

Pada Kondisi awal atau *current state* waktu yang tidak memiliki nilai tambah untuk produk yaitu sebesar 2.23%. Sedangkan pada kondisi mendatang atau *future state* waktu yang tidak memiliki nilai tambah untuk produk menurun menjadi 1.66% dimana total penurunan setelah dilakukan rencana perbaikan sebesar 0.57%.



Gambar 5. 3 Perbandingan Nilai *Necessary but Non Value Added*

Pada Kondisi awal atau *current state* waktu aktivitas yang penting dilakukan namun tidak memiliki nilai tambah untuk produk yaitu sebesar 32.048%. Sedangkan pada kondisi mendatang atau *future state* waktu aktivitas yang penting dilakukan namun tidak memiliki nilai tambah untuk produk menurun menjadi 11.87% dimana total penurunan setelah dilakukan rencana perbaikan sebesar 20.178%.



Gambar 5. 4 Perbandingan Nilai *Cycle Time*

Pada Kondisi awal atau *current state* waktu yang dibutuhkan untuk membuat 1 batch batik cap truntum membutuhkan waktu selama 125989.76 detik/Batch. Sedangkan pada kondisi mendatang atau *future state* untuk membuat 1 batch membutuhkan waktu 95356.74 detik/batch dimana total pengurangan setelah dilakukan rencana perbaikan melalui konsep kaizen sebesar 30633.02 detik/Batch.

Pada *current state mapping* dapat diketahui *environmental waste* yaitu limbah yang terdiri dari dua jenis yaitu cair dan padat. Pada limbah padat yang ada pada stasiun pengecapan dan lorod dapat di *re-cycle* atau dapat digunakan kembali setelah melalui proses sehingga pada *future state mapping* nilai limbah padat menjadi 0. Untuk limbah cair yang awalnya 1895 liter pada proses pewarnaan dan 200 liter pada proses lorod dapat dikurangi mengikuti jumlah konsumsi air. Konsumsi air pada *current state* yaitu 1895 liter/batch pada proses pewarnaan dapat dikurangi karena dalam satu takaran bahan pewarna dengan jumlah airnya dapat digunakan untuk 30 kain sekaligus namun pada batik plentong hanya digunakan untuk 20 potong kain saja sehingga pada *future state* air yang digunakan dapat menjadi 500 liter. Selanjutnya material pada *current state* yaitu menggunakan bahan kimia berbahaya membuat nilai COD dan BOD dalam air buangan menjadi tinggi dan melebihi baku mutu peraturan DIY nomor 7 tahun 2016. Sehingga dapat melakukan pengolahan air limbah lanjutan dengan menambahkan konsentrasi koagulan tawas untuk menurunkan nilai COD yang tinggi dalam air limbah dan memperkecil atau menghaluskan ukuran partikel tawas agar lebih cepat larut dalam air sehingga diharapkan dapat mengurangi waktu proses pengolahan limbah.

## BAB VI

### PENUTUP

#### 6.1 Kesimpulan

Dalam penelitian ini menjelaskan penerapan *environmental value stream mapping* sebagai alat untuk mengidentifikasi *waste* dan *environmental waste* kemudian dilakukan rencana perbaikan. Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah:

1. Pada proses produksi batik cap truntum ditemukan beberapa jenis pemborosan antarlain adalah *waiting*, *transportation*, *unnecesary motion*, *inappropriate processing*, dan *defect*. Sedangkan *environmental waste* pada Batik Plentong yang diidentifikasi yaitu limbah yang terdiri dari 2 jenis padat dan cair. Untuk limbah padat berupa lilin batik sebanyak 85 gr pada pengecapan dan 5 kg pada pelorodan. Sedangkan limbah cair sebanyak 1895 Lt/batch pada proses pewarnaan dan 200Lt/batch.
2. Hasil dari perancangan *Future State Environmental Value Stream Mapping*. Dimana waktu siklus produksi dapat dikurangi sebesar 24.14% dari total waktu 125989.76 detik menjadi 95356.74 detik. Nilai tersebut hampir memenuhi target waktu produksi. Aktivitas *value added* bertambah dari 65.72% menjadi 86.62%. sedangkan aktivitas *non value added* dan *necessary but non value added* menjadi berkurang.
3. Rekomendasi perbaikan untuk mengurangi waktu siklus yaitu dengan melakukan perbaikan melalui konsep kaizen berdasarkan *Process Activity Mapping* dengan mengimplentasikan 5S pada stasiun pengecapan, stasiun pewarnaan dan *re-layout* stasiun kerja pemotongan dan pengecapan.
4. Rekomendasi untuk mengurangi *environmental waste* seperti limbah padat berupa lilin batik dapat di *recycle* (dapat digunakan kembali setelah melalui

proses). Penggunaan bahan kimia berbahaya membuat nilai COD dan BOD dalam air buangan menjadi tinggi dan melebihi baku mutu sehingga dapat melakukan pengolahan air limbah dengan menambahkan konsentrasi tawas untuk menurunkan nilai COD yang tinggi dalam air limbah dan memperkecil partikel atau menghaluskan ukuran tawas agar menaikkan tingkat kelarutan dalam air sehingga dapat mengurangi waktu proses pengolahan limbah.

## 6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan kepada perusahaan diantaranya:

1. Menerapkan perbaikan tata letak fasilitas dengan optimasi layout dengan mempertimbangkan hubungan antar proses dan jarak antar stasiun kerja, sehingga pemborosan transportasi dapat dikurangi.
2. Menerapkan sistem kaizen untuk mengurangi pemborosan pada setiap aktivitas proses. Sehingga diharapkan dapat memenuhi target pesanan konsumen.
3. Rutin melakukan Uji Laboratorium untuk melihat karakteristik air limbah sisa pewarnaan dan pelorotan apakah sudah sesuai dengan baku mutu yang telah ditentukan pemerintah.
4. Mempertimbangkan Aspek Lingkungan, dengan menerapkan proses produksi yang ramah terhadap lingkungan.

Dalam penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan sehingga peneliti memberi saran untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Menghitung produktivitas agar diketahui dengan adanya perbaikan tersebut mampu meningkatkan output dan target produksi.
2. Memberi rekomendasi bahan pewarna yang tidak berbahaya bagi operator dan ramah lingkungan namun dengan hasil warna yang kualitasnya hampir sama dengan pewarna kimia.
3. Perbaikan tata letak fasilitas perusahaan, dapat dilakukan simulasi komputer pada proses produksi. Sehingga dapat mengetahui hasil evaluasi penerapan *relayout*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amaranti, R., Irianto, D., & Govindraj, R. (2017). Green Manufacturing : Kajian Literatur. 171-181.
- Anugrah, M., Zaini, E., & Rispianda. (2016). Usulan Pengurangan Waste Proses Produksi Menggunakan Waste Assessment Model dan Value Stream Mapping di PT.X. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional* , 110-120.
- Anugrah, M., Zaini, E., & Rispianda. (2016). Usulan Pengurangan Waste Proses Produksi Menggunakan Waste Assessment Model dan Value Stream Mapping di PT. X. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional* , 110-120.
- Atlas, M., & Florida, R. (1998). Green Manufacturing. Florida: CRC Press.
- Bergendahl, C.-G., Linchtentvort, K., Johansson, G., Zackrisson, M., & Nyssonen, J. (1997). Environmental and economic implication of a shift to halogen-free printed wiring boards. *Circuit World, Vol 31, No 3, pp 26-31* .
- Berkel, R. v., Willems, E., & Lafleur, M. (1997). The relationship between Cleaner production and industrial ecology. *Journal of industrial ecology, Vol 1, No 1, pp 264-283* .
- Brorson, T., & Larsson, G. (1999). Environmental Management: How to implement an Environmental Management System within a Company or Other Organization, EMS AB, Stockholm.
- Choomlucksana, J., Ongsaranakorn, M., & Suksabai, P. (2015). Improving productivity of sheet metal stamping subassembly area using the application of Lean Manufacturing Principles. Bali, s.n.
- Deif, A. M. (2011). A system Model For Green Manufacturing. *Advance in Production Engineering and Management* .
- Development, W. C. Our Common Future. Oxford University Press.
- 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* , 40,93-100.
- Elkington, J. (1997). *Cannibals with Forks : The Triple Bottom Line for 21 st Century Business*. Oxford : Capstone Publishing.
- Fariz, M., Choiri, M., & Eunike, A. (2014). Analisis Minimalisasi Defect Waste dengan Value Stream Mapping. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Industri* , 302-312.

- Fernando, Y. C., & Noya, S. (2014). Optimasi Lini Produksi dengan Value Stream Mapping dan Value Analysis Tools. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri* , 125-133.
- Fernando, Y. C., & Noya, S. (2014). Optimasi Lini Produksi dengan Value Stream Mapping dan Value Stream Analysis Tools. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri* , 125-133.
- Fernando, Y., & Noya , S. (2014). Optimasi Lini Produksi dengan Value Stream Mapping dan Value Stream Analysis Tools. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri. Volume 13, pp. 125-133.*
- Gaspersz, & Fontana. (2011). *Lean Six Sigma For Manufacturing and Service*. Jakarta: Duta Ilmu.
- Gasperz, & Fontana. (2011). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service*. Jakarta: Duta Ilmu.
- Hallam, C. R., & Contreras, C. (2016). The interrelation of lean and green manufacturing practices : a case of push or pull in implementation. *Proceedings of PICMET '16 :Technology Management for Social Innovation* , 1815-1823.
- Haris. (2000). Konsep Pembangunan Ekonomi yang Berkelanjutan, Tiga Aspek Pemahaman Ekonomi Berkelanjutan.
- Hidayatno, A., & Floria, N. P. (2012). Penerapan Environmental Value Stream Mapping (EVSM) Sebagai Basis Rancangan Usulan Pengurangan Dampak Negatif Lingkungan pada Industri Kemasan. *Tecnology, Industry and Entrepreneurship Conference (TIEC)* , 277-280.
- Hines, P., & David, T. (2000). *Going Lean*. Cardiff: Cardiff Business School, Lean Enterprise Research Centre.
- Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations & Production Management* , Vol 17 Iss:1 pp.46-64.
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). *Going Lean. UK: Lean Enterprise Research Center*.
- Huang, Y., & Tomizuka, M. (2017). Production flow analysis through environmental value stream mapping : case study of cover glass manufacturing facility. *Procedia CIRP* , 446-450.
- Indrayani, L. (2004). Pengolahan limbah cair industri batik di daerah istimewa yogyakarta.
- Intifada, G. S., & Witantyo. (2012). Minimasi Waste (Pemborosan) Menggunakan Value Steam Analysis Tool untuk Meningkatkan Efisiensi Waktu Produksi. *Jurnal Teknik Pomits* , 1-6.

- Intifada, G. S., & Witantyo. (2012). Minimasi Waste (Pemborosan) Menggunakan Value Stream Analysis Tool untuk Meningkatkan Efisiensi Waktu Produksi. *Jurnal Teknik Pomits* , 1-6.
- Jafri, M., & Seyed, M. (2015). Production line analysis via value stream mapping: a lean manufacturing process of color industry. *Procedia Manufacturing* 2 .
- Jeffrey, K. (2004). *The Toyota Way, 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York: MCGra-Hill.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw-Hill Education.
- Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook*. New York: Mc.Grawhill.
- Manjunath, M., Shivaprasad, H., Keerthesh, K., & Deepa, P. (2014). Value Stream Mapping as a tool for Lean Implementation : a Case Study. *International Journal of Innovative Research and Depelovment* .
- Matt, D., & Raunch, E. (2013). Implementaton of Lean Production in small size Enterprises. *Procedia CIRP* 12 (2013).
- Monden, Y. (2011). *Toyota Production System: an integrated Approach to Just In Time*. Boca Raton: CRC Press.
- National Research Council Staff. (1998). *Visionary manufacturing challenges for 2020*. Washington D.C: National Academies Press.
- Newport, D., Chenes, T., & Lindner, A. (2003). The "environmental sustainability" problem - Ensuring that sustainability stands on three legs. *International Journal of Sustainability in Higher Education* , 357-363.
- Nugrahaningsih, D., Gusmaranti, I. R., & Mufiroh. (2012). Analisis dampak kesehatan lingkungan keberadaan industri batik plentog danunegaran kecamatan mantrijeron kota madya yogyakarta.
- Our Common Future. (1987). *World Commision on Environment and Developmment*. Oxford Universiity Press.
- Prasetya, H., & Lukiaстuti, F. (2009). *Manajemen Operasi*. Jakarta: PT. Buku Kita.
- Prayogo, T., & Octavia, T. (2013). Identifikasi Waste dengan Menggunakan Value Stream Mapping di Gudang PT. XYZ. *Jurnal Titra* , 119-126.
- Pujotomo, D., & Raditya, A. (2011). Penerapan Lean Manufacturing untuk Mereduksi Waste di Industri Skala UKM. *J@TI Undip: Jurnal Teknik Industri, Vol 6 (3)* , 137-146.

- Quan, D. M. (2013). Minimizing translation mistakes in the writing process by using the question making technique. *The Journal of Asian Critical Education 2* , 13-19.
- Rasif, M. (2011). Uji Efisiensi Removal Adsorpsi Arang Batok Kelapa untuk Mereduksi Warna dan Permanganat Value Dari Limbah Cair Industri Batik. *Laporan Penelitian, Pusat Penelitian KLH, Lembaga Penelitian ITS, Surabaya.*
- Richard, D. (1994). Environmentally concious manufacturing. *World class design to Manufacture.*
- Rinawati, D. I., Sari, D. P., WP, S. N., Muljadi, F., & Lestari, S. P. (2013). Pengelolaan Produksi Menggunakan Pendekatan Lean and Green untuk Menuju Industri Batik yang Berkelanjutan. *J@TI Undip* , 43-50.
- Rinawati, D., Sari, D., Susanto, N., Muljadi, F., & Lestari, S. (2013). Pengelolaan produksi menggunakan pendekatan lean dan green untuk menuju industri batik yang berkelanjutan (studi kasus ukm batik puspa kencana).
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to See*. Brookline: The Lean Enterprise Institute.
- Rother, M., & Shook, J. (2009). *Learning to See VSM to Create Value and Eliminate Muda*. Cambridge: Lean Enterprise Institute.
- Saaty, T. (1993). *Pengambilan Keputusan Bagi Para Pemimpin*. Jakarta: PT. Pustaka Binaman Pressindo.
- Salim, E. (1990). Konsep Pembangunan Berkelanjutan.
- Sarkis, J. (2001). Manufacturing's role in corporate environmental sustainability- Concern for the ne millenium. *International Journal of Operation and Production Management, Vol 21, No 5/6, pp. 666-686* .
- Satty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill.
- Singgih, M. L., & Afida, N. (2008). Peningkatan Produktivitas Melalui Usaha Waste Reduction Dengan Pendekatan Green Productivity.
- Sparks, D. (2014). Combining sustainable value stream mapping and simulation to asses manufacturing Supply Chain Network Performance. *Thesis and Disertation University of Kentucky.*
- Sparks, D. T. (2014). Combining Sustainable Value Stream Mapping and Simulation To Assess Manufacturing Supply Chain Network Performance. *Theses and Disertation University of Kentuky* .
- Staff, N. R. (1998). *Visionary manufacturing challenges for 2020*. Washington D.C: National Academies Press.

- Tambun, R., Limbong, H. P., Pinem, C., & Manurung, E. (2016). Pengaruh ukuran partikel, waktu dan suhu pada ekstraksi fenol dari lengkuas merah. *Jurnal Teknik Kimia USU* , 53-56.
- Tyagi, S., Choudhary, A., Chai, X., & Yang, K. (2015). Value Stream Mapping to Reduce the lead-time of product. *ValInternational Joournal of Production Economics*, pp 202-212 .
- Upadhye, N., & Sharma, D. (2016). Analytical Hierarchical Process to Assess the Lean Status of Suppliers. *Gulf-Pacific Journal of Business Administration* , 86-96.
- Venkataraman , K., Vijaya, B. R., Muthu, V. K., & Elanchezhian, C. (2014). Application of Value Stream Mapping for Reduction of Cycle Time in a Machining Process. *Procedia Materials Science* 6 , 1187-1196.
- Venkataraman, K., Ramnath, B. V., Kumar, V. M., & Elanchezhian, C. (2014). Application of Value Stream Mapping for Reduction of Cycle Time in a Machining Process. *Procedia Material Science* , 1187-1196.
- Venkataraman, K., Vijaya, B. R., Muthu, V. K., & Elanchezhian, C. (2014). Application of Value Stream Mapping for Reduction of Cycle Time in a Machining Process. *Procedia Materials Science* 6 .
- Walpole, R. E. (1997). *Pengantar Statistika*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Wee, H., & Simon Wu. (2009). Lean supply chain and its effect on product cost and quality: a case study on Ford Motor Company". *Supply Chain Mangement: An International Journal* , 335-341.
- Wills, B. (2009). *Green Intentions - Creating a Green Value Stream to Compete and Wim*. New York: Productivity Press.
- Wills, B. (2009). *Green Intentions - Creating a Green Value Stream to Compete and Win*. New York: Productivity Press.
- Wilson, & Lonnie. (2010). *How To Implement Lean Manufacturing*. USA: McGraw-Hill.
- Womack, J. P. (2006). Value Stream Mapping. *ProQuest Science Journals May* , 136.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1991). *The Machine That Change The World*. New York: Harper Perennial.
- www.bps.go.id, B. -S. (2015). *Jumlah Perusahaan menurut Provinsi*. Retrieved July Monday, 2018, from <http://www.bps.go.id>

## LAMPIRAN

### Hasil Uji normalitas

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
A1	0.153	10	.200*	0.943	10	0.592
A2	0.159	10	.200*	0.923	10	0.382
A3	0.174	10	.200*	0.909	10	0.275
A6	0.115	10	.200*	0.967	10	0.86
A7	0.118	10	.200*	0.987	10	0.992
A8	0.158	10	.200*	0.935	10	0.502
A9	0.139	10	.200*	0.97	10	0.887
A10	0.134	10	.200*	0.967	10	0.865
A11	0.192	10	.200*	0.9	10	0.219
A12	0.215	10	.200*	0.874	10	0.112
A13	0.157	10	.200*	0.951	10	0.677
B1	0.265	10	0.044	0.84	10	0.045
B2	0.135	10	.200*	0.939	10	0.543
B3	0.164	10	.200*	0.878	10	0.123
B4	0.176	10	.200*	0.902	10	0.23
B5	0.19	10	.200*	0.899	10	0.215
B6	0.195	10	.200*	0.887	10	0.158
B7	0.17	10	.200*	0.908	10	0.268
B8	0.211	10	.200*	0.876	10	0.117
B9	0.198	10	.200*	0.903	10	0.239
B10	0.131	10	.200*	0.978	10	0.951
B11	0.106	10	.200*	0.979	10	0.961
B12	0.138	10	.200*	0.959	10	0.771
B13	0.203	10	.200*	0.911	10	0.29
B14	0.125	10	.200*	0.94	10	0.555
B15	0.144	10	.200*	0.94	10	0.557
B16	0.164	10	.200*	0.929	10	0.438
B17	0.207	10	.200*	0.925	10	0.403
B18	0.209	10	.200*	0.903	10	0.235
C1	0.164	10	.200*	0.916	10	0.323
C2	0.186	10	.200*	0.881	10	0.136

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

**Tests of Normality**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
C3	0.183	10	.200*	0.891	10	0.174
C4	0.17	10	.200*	0.948	10	0.65
C5	0.224	10	0.169	0.828	10	0.032
C16	0.175	10	.200*	0.93	10	0.444
C17	0.129	10	.200*	0.943	10	0.588
C18	0.174	10	.200*	0.937	10	0.521
C19	0.189	10	.200*	0.902	10	0.23
C20	0.19	10	.200*	0.948	10	0.648
C21	0.13	10	.200*	0.934	10	0.489
C22	0.179	10	.200*	0.931	10	0.459
C23	0.16	10	.200*	0.923	10	0.386
C24	0.193	10	.200*	0.92	10	0.354
C25	0.144	10	.200*	0.949	10	0.654
C26	0.138	10	.200*	0.929	10	0.44
C27	0.128	10	.200*	0.965	10	0.84
D1	0.239	10	0.11	0.787	10	0.01
D2	0.217	10	.200*	0.914	10	0.307
D3	0.104	10	.200*	0.972	10	0.909
D4	0.159	10	.200*	0.924	10	0.395
D5	0.207	10	.200*	0.946	10	0.623
D6	0.259	10	0.055	0.866	10	0.09
E1	0.159	10	.200*	0.953	10	0.706
E2	0.219	10	0.19	0.875	10	0.113
E3	0.178	10	.200*	0.95	10	0.671
E4	0.112	10	.200*	0.978	10	0.954
E5	0.109	10	.200*	0.974	10	0.927
E6	0.123	10	.200*	0.982	10	0.976
E7	0.186	10	.200*	0.933	10	0.48

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction