

## BAB V

### PEMBAHASAN

#### 5.1 Analisa *Current State Mapping*

Dalam *Current state mapping* telah menjelaskan gambaran dari setiap aktivitas yang terdapat pada lini produksi, baik itu aktivitas yang berupa *value added* maupun aktivitas yang bersifat *non value added*. Kemudian dalam *current state mapping* juga telah memperlihatkan aliran informasi dan gambaran material terhadap kondisi awal di suatu perusahaan melalui *value stream*.

*Current state mapping* memperlihatkan rincian kegiatan yang dikategorikan menjadi *value added*, *necessary but non value added*, maupun *non value added*. Kemudian aktivitas-aktivitas yang termasuk dalam kegiatan *value added* adalah berupa kegiatan operasi yang memberikan nilai tambah bagi produk. Sementara aktivitas-aktivitas yang digolongkan ke dalam kegiatan *necessary but non value added* adalah kegiatan transportasi maupun *set up time* yang bisa di minimalisir dalam proses produksi. Sedangkan aktivitas-aktivitas yang digolongkan ke dalam kegiatan *non value added* adalah aktivitas menunggu (*delay*).

Berdasarkan gambar 4.4, diketahui bahwa *current state mapping* CV.Akasia memiliki *available time* sebesar 25200 detik dengan total *cycle time* 28858, 31 detik. Dimana untuk memproduksi satu kain batik cap pewarnaan sintetis dibutuhkan waktu 8,01 jam.

Selain memberikan gambaran aliran proses serta waktu produksi, di dalam *current state mapping* juga bisa dilihat beberapa pemborosan (*waste*) yang terjadi pada proses produksi CV.Akasia. Berikut merupakan analisis 7 jenis *waste* yang terjadi dalam proses produksi batik cap pewarnaan sintetis.

## A. *Waste* produksi

### 1. *Overproduction*

*Overproduction* pada sistem produksi tidak terdapat dalam CV. Akasia dikarenakan sistem *make to order* yang hanya memproduksi sesuai dengan permintaan pelanggan baik dalam segi jumlah maupun jenis produk. Selain itu, dalam proses *make to stock* dilakukan untuk produk display di galeri saja. Tetapi dalam proses penyimpanan bahan baku pewarnaan, ataupun kain memungkinkan untuk terjadinya *over stock*, dimana penyimpan dilakukan untuk meminimalisir kekurangan bahan baku saat menanggapi permintaan konsumen yang tidak menentu. Adanya pemborosan kain pada proses pemotongan, namun tidak terjadi produksi yang berlebihan.

### 2. *Defect*

Dari hasil pengamatan, *defect* terjadi pada proses pengecapan juga dalam penembokan. Hal ini terjadi karena canting yang belum terlalu panas sehingga malam tidak tembus sampai ke belakang kain dan salah dalam mencanting. Jika kesalahan terjadi maka kain harus dibersihkan dengan cara memercikan kain dengan air kemudian dibersihkan menggunakan besi panas secara manual, *defect* juga terjadi ketika proses pelorodan dimana kurang bersihnya sisa malam yang ada pada kain, sehingga memerlukan pengerjaan ulang.

### 3. *Waiting*

*Waste waiting* merupakan prioritas utama untuk dikurangi dalam penelitian ini, dimana pada proses produksi batik cap waktu tunggu terjadi karena proses penjemuran kain yang manual dan tergantung oleh cuaca, serta kegiatan perebusan air dalam proses pelorodan dimana tergantung oleh besar api yang tidak stabil karena menggunakan kayu bakar dan memerlukan waktu yang sangat lama.

### 4. *Excessive Transportation*

*Waste transportation* terjadi saat pemindahan kain ke proses berikutnya, dimana terjadi pada proses pengecapan saat selesai di cap kain harus diletakkan ke locker, serta saat proses penembokan, transportasi terjadi ketika operator mengambil kain untuk di tembok kemudian jika sudah selesai harus

mengembalikan kain ke locker yang berjarak 7 meter dari tempat penembokan.

5. *Unnecessary Motion*

Dalam proses produksi CV. Akasia tidak terdapat *waste unnecessary motion* karena semua proses produksi dilakukan dengan langkah yang benar.

6. *Innapropriate Processing*

*Waste Innapropriate processing* terjadi ketika proses pewarnaan, pengecapan serta penembokan. Dimana dalam proses pewarnaan *innappropriate processing* terjadi ketika operator harus membuka katalog untuk melihat formula warna serta harus mencari bahan warna yang ingin digunakan sesuai pesanan konsumen. sementara saat proses pengecapan, *innappropriate processing* terjadi ketika pemolaan kain batik terjadi kesalahan dalam hal membentuk pola menggunakan pensil, karena operator yang kurang teliti sehingga membuat nilai *non value added* bertambah, dan saat proses penembokan *innappropriate processing* terjadi saat *set up* peralatan, dimana setiap ingin memulai proses produksi para operator harus memindahkan alat penembokan berulang kali yang tentunya bersifat *non value added*.

7. *Unnecessary Inventory*

*Waste Unnecessary Inventory* tidak terjadi dalam proses produksi CV. Akasia, dikarenakan perusahaan ini menggunakan sistem *make to order*, sehingga sangat dipengaruhi oleh jumlah permintaan konsumen.

B. *Enviromental Waste*

*Enviromental Waste* yang diperlukan untuk memproduksi kain batik cap

1. *Konsumsi Air*

Penggunaan air pada proses produksi terjadi dalam proses pewarnaan dan pelorodan, dimana kedua proses tersebut terlalu berlebihan dengan total konsumsi air per hari mencapai 120 liter/kain. Air digunakan untuk mencuci serta mencampur warna dalam pewarnaan, dan digunakan untuk melorodkan malam saat proses pelorodan. Dimana hal tersebut melebihi ketetapan Balai Besar Kerajinan Batik dengan jumlah ideal untuk satu kain batik adala 50 liter/kain. Dengan begitu proses produksi dalam CV. Akasia terlalu berlebihan dalam penggunaan air.

## 2. Konsumsi Bahan bakar

Penggunaan bahan bakar untuk proses produksi terdapat pada proses pengecapan, penembokan serta pelorodan. Dalam proses pengecapan dibutuhkan sekitar 32kg gas elpiji dalam sebulan, untuk proses penembokan memerlukan 9kg gas elpiji selama sebulan, dimana estimasi biaya yang dikeluarkan sebagai berikut

Apabila dalam sebulan dengan estimasi penggunaan gas 3kg dengan biaya per tabung sekitar Rp. 21.000 maka dalam sebulan, proses pengecapan membutuhkan 11 tabung gas elpiji, dan penembokan membutuhkan 9 tabung gas elpiji.

Pengecapan  $11 \times 21.000 = \text{Rp } 231.000$

Penembokan  $3 \times 21.000 = \text{Rp } 63.000$

Kemudian konsumsi bahan bakar proses pelorodan membutuhkan 450kg kayu bakar sebulan, dimana sistem pemesanan menggunakan pick up. Sekali pemesanan pick up mampu mengangkat 150kg, dengan biaya angkut sebesar Rp. 465.000. estimasi biaya yang dikeluarkan sebagai berikut.

Pelorodan  $3 \times \text{Rp } 465.000 = \text{Rp } 1.395.000$

Apabila di total dalam sebulan, CV. Akasia akan mengeluarkan biaya sebesar Rp 1.689.000 untuk pemenuhan bahan bakar bagi kegiatan proses produksi.

## 3. Limbah

Limbah yang terdapat dalam proses produksi diakibatkan proses pewarnaan dan pelorodan, dimana limbah yang dihasilkan berupa limbah cair dan limbah padat. Limbah cair terdiri atas air limbah karena pewarnaan sintetis dengan bahan baku seperti indigosol, naptol dan pewarnaan alam dari jalawe, tingi serta tunjung, limbah cair juga terdapat pada saat pelorodan malam. Kemudian limbah padat terdapat saat pelorodan, pengecapan dan penembokan.

## 5.2 Analisa Kinerja Lingkungan

Berdasarkan penilaian kinerja lingkungan dengan pendekatan IEPMS, dilakukan pembobotan menggunakan AHP dan pengukuran nilai kinerja lingkungan dengan pendekatan omax, diketahui bahwa nilai kinerja lingkungan CV.Akasia sebesar 2,54 yang mengindikasikan bahwa kinerja lingkungan perusahaan secara keseluruhan berada pada warna merah selama dilakukan penelitian, artinya CV.Akasia berada pada kondisi tidak baik dalam mengendalikan kinerja lingkungan perusahaan. Dimana dari 15 KEPI yang ada, 9 KEPI berwarna merah, seperti parameter TDS, TSS, COD, BOD, Sulfida, Tersedianya APD, Jumlah pelatihan K3, CSR terhadap masyarakat serta penghargaan yang dicapai. Selanjutnya 5 KEPI berwarna kuning adalah Suhu, pH, Ammonia, Krom Total serta Fenol dan 1 KEPI berwarna hijau adalah keluhan masyarakat.

Dari 15 KEPI yang ada, terdapat 5 KEPI berwarna merah yang merupakan aspek limbah cair, oleh karena itu peneliti akan memfokuskan perbaikan kinerja lingkungan pada pengolahan limbah cair.

## 5.3 Usulan Perbaikan

Berdasarkan pada analisis *current state mapping* diketahui bahwa *cycle time* mencapai 28.843,31 detik melebihi *available time* sebesar 25200 detik, serta terdapat *non value added* sebesar 723, 18 detik dan *necessary non value added* sebesar 9598,26 detik. Kemudian dalam analisis kinerja lingkungan didapatkan hasil bahwa aspek limbah cair yang di prioritaskan serta perlu dilakukan perbaikan karena mendapatkan bobot tertinggi.

### 5.3.1 Analisis 5W 1H pada lini produksi

Penentuan perbaikan dengan menggunakan 5 W dan 1 H dapat dilihat pada tabel 5.1 sesuai dengan jenis pemborosan yang ada di sistem produksi Batik Cap.

Tabel 5.1 Analisis 5W 1H pada lini produksi

<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>Defect</i>	Stasiun kerja pengecapan, penembokan	Operator pengecapan dan penembokan	Saat Proses pencantingan malam ke batik	Dikarenakan cap ataupun canting yang digunakan kotor serta lilin belum panas secara sempurna..	Melakukan pembersihan alat cap untuk proses pengecapan serta canting untuk penembokan dan memastikan lilin sudah panas
<i>Waiting</i>	Stasiun kerja Pelorodan	Operator pelorodan	Saat proses perebusan air untuk melorod	Tidak stabilnya bara api dari kayu bakar dan membutuhkan waktu yang lama Faktor cuaca yang tidak menentu	Mengganti kayu bakar dengan gas elpiji untuk memangkas waktu produksi $\pm$ 1 jam
	Stasiun kerja Penjemuran kain	Operator penjemuran	Saat proses pengeringan kain	serta membutuhkan waktu pengeringan cukup lama	Memasang alat bantu pengeringan untuk mengurangi waktu produksi $\pm$ 1 jam
<i>Excessive Transportation</i>	Stasiun kerja penembokan	Operator penembokan	Pengambilan kain untuk di tembok dan meletakkan kain kembali ke locker setelah kain selesai di tembok	Stasiun kerja penembokan berada cukup jauh dibanding stasiun kerja yang lain	Optimalisasi layout tata letak stasiun kerja

Jenis Pemborosan (What)	Sumber Pemborosan (Where)	Penanggung Jawab (Who)	Waktu Terjadi (When)	Penyebab (Why)	Saran perbaikan (How)
Innapropriate process	Stasiun kerja pewarnaan	Operator pewarnaan	Melihat katalog warna dan pencarian bahan warna yang ingin digunakan	Belum hafalnya operator atas formula warna serta belum tertatanya lokasi alat dan bahan baku	Membuat poster formula warna dan mengimplementasikan 5S pada stasiun kerja
	Stasiun kerja penembokan	Operator penembokan	Set up peralatan sebelum dan sesudah penembokan	Alat yang digunakan harus dipindahkan karena tidak tetap	Re-layout stasiun kerja serta perbaikan 5S agar tidak perlu ada pemindahan alat
	Stasiun kerja pengecapan	Operator pengecapan	Pembuatan pola kain	Kurang teliti saat membuat pola	Membuat pola tetap dan di duplikasi

Dalam tabel 5.1 5W dan 1H diatas dijelaskan bahwa terdapat 4 pemborosan yang terjadi saat proses produksi, kemudian di detailkan dengan memecah jenis pemborosan yang terjadi (*what*), sumber pemborosan terjadi di stasiun kerja mana (*where*), penanggung jawab stasiun kerja (*who*), waktu terjadinya pemborosan (*when*), penyebab terjadinya pemborosan (*why*) serta saran perbaikan yang akan dilakukan untuk mengurangi pemborosan (*how*)

### 5.3.2 Analisis Process Activity Mapping

Usulan perbaikan berdasarkan 5W+1H selanjutnya dijadikan dasar untuk melakukan perbaikan. Langkah selanjutnya adalah pembuatan PAM yang bertujuan mengurangi waktu siklus pada beberapa aktivitas-aktivitas tidak bernilai tambah seperti aktivitas-aktivitas *delay* dan transportasi.

Berikut ini adalah hasil dari usulan perbaikan berdasarkan PAM dapat dilihat pada tabel 5.2:

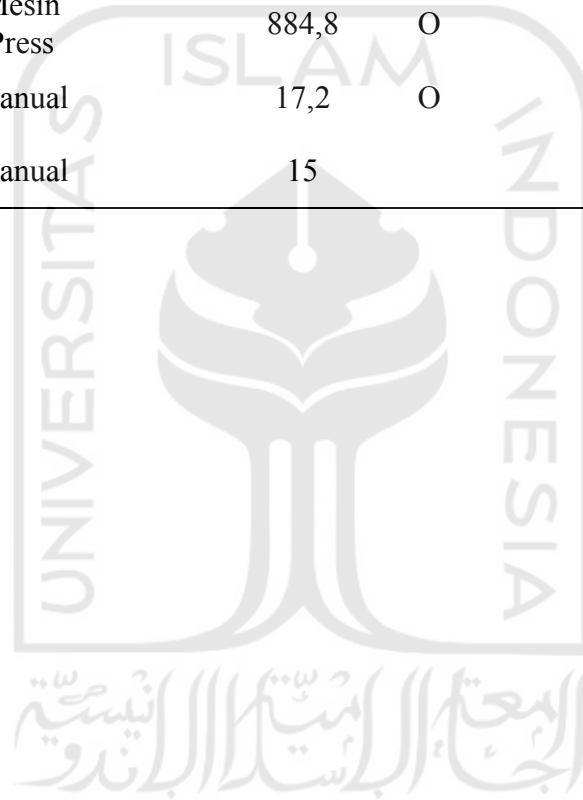
Tabel 5.2 Perbaikan Process Activity Mapping

Proses	Aktivitas	Mesin/Alat	Jarak (m)	Waktu (detik)	Aktivitas					VA/NVA/NNVA	
					O	T	I	S	D		
Pemotongan Kain	Pengukuran Kain	Pensil, penggaris		40,7	O						VA
	Pemotongan Kain	Gunting		63,6	O						VA
	Melipat Kain	Manual		41,2	O						VA
Pengecapan Kain	Menyiapkan bahan baku malam	Pisau, ember		154,9	O						NVA
	Mencairkan malam	Kompor		1399,8					D		NNVA
	Pengecapan Kain	Meja Cap, Alat Cap		694,43	O						VA
	Pemindahan Kain	Manual	2	13,46		T					NVA
Pewarnaan Pertama	Melihat katalog warna	Buku		26,7	O						NVA
	Menimbang dan merebus warna	Timbangan, kompor		193,13	O						VA



Proses	Aktivitas	Mesin/Alat	Jarak (m)	Waktu (detik)	Aktivitas					VA/NVA/NNVA
					O	T	I	S	D	
Penjemuran	Merendam Kain	Bak Penampung		493,3	O					VA
	Pewarnaan Kain	Bak Penampung		177,6	O					VA
	Melipat Kain	Manual		45,3	O					NNVA
	Penjemuran Kain	Manual		6346					D	NNVA
	Menyiapkan peralatan	Alat Nembok, canting	7	294,03		T				
Penembokan	Mengambil kain batik	Manual	7	107,26		T				NVA
	Mencairkan malam	kompur		877,06					D	NNVA
	Menembok Kain Batik	Kompur, canting		6852,4	O					VA
	Menaruh Kain ke loker		7	100,13		T				NVA
Pewarnaan Kedua	Melihat katalog warna	Buku		26,7	O					NVA
	Menimbang dan merebus warna	Timbangan, kompur		193,13	O					VA
	Merendam Kain	Bak Penampung		493,3	O					VA
	Pewarnaan Kain	Bak Penampung		177,9	O					VA
	Melipat Kain	Manual		45,3	O					NNVA
Pelorodan	Perebusan Kain	Tungku Api, bak Air		8779	O					VA
	Pelorodan Malam	Bak Penampung		148,52	O					VA

Proses	Aktivitas	Mesin/Alat	Jarak (m)	Waktu (detik)	Aktivitas					VA/NVA/NNVA
					O	T	I	S	D	
Finishing	Melakukan quality control	gunting		72,83			I			VA
	Melipat Kain	Manual		83,63	O					VA
	Pressing Kain	Mesin Press		884,8	O					NNVA
	Memasukan Produk ke plastik	Manual		17,2	O					VA
	Menaruh kain ke keranjang	Manual		15				S		NNVA



Berdasarkan tabel 5.2 diatas terdapat beberapa baris berwarna kuning merupakan aktivitas yang akan dikurangi dari proses produksi Batik Cap pada CV.Akasia. Pengurangan aktivitas memiliki tujuan untuk menguangi waktu siklus produksi.

Aktivitas yang dikurangi seperti penyiapan bahan baku malam dalam proses pengecapan, aktivitas melihat katalog warna dan pencarian formula dalam proses pewarnaan pertama dan kedua yang bisa dihilangkan. Kemudian untuk aktivitas penyiapan peralatan, pengambilan dan pengembalian kain ke loker yang terjadi pada proses penembokan dapat dihilangkan dengan *re-layout* produksi. Dan pada proses pelorodan aktivitas yang waktunya bisa dikurangi saat perebusan air dengan cara penggantian bahan bakar menjadi gas elpiji, dimana nyala api yang stabil dari gas elpiji akan mengurangi waktu perebusan sampai  $\pm$  1 jam, selanjutnya saat proses penjemuran kain yang bergantung pada kondisi cuaca bisa di kurangi sampai  $\pm$  1 jam untuk permasalahan tersebut dapat diatasi dengan membeli mesin pengering yang lebih cepat dan efisien. Data waktu perbaikan dapat dilihat pada Tabel 5.3 dibawah ini:

Tabel 5.3 Perbaikan *Process Activity Mapping*

<b>Aktivitas</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Total Waktu (Detik)</b>	<b>Presentase</b>
Operasi	18	15824,44	75,539%
Transportasi	1	13,46	0,064%
Inspeksi	1	72,83	0,347%
Storage	1	15	0,072%
Delay	3	5022,86	23,978%
VA	16	14921,87	71,231%
NVA	1	13,46	0,064%
NNVA	7	6013,26	28,705%
<b>Cycle Time</b>	<b>20948,59</b>		<b>100%</b>

Perubahan yang terjadi adalah jumlah aktivitas Transportasi turun dari 4 menjadi 1, dengan total waktu sebesar 514,88 menjadi 13,46 detik. Selanjutnya aktivitas *delay* mengalami pengurangan waktu dari 8622,86 menjadi 5022,86 detik serta pengurangan waktu aktivitas operasi dari 19362,74 menjadi 15824,44 detik. Dengan pengurangan aktivitas dan waktu tersebut, maka total waktu produksi berubah dari 28.858,31 detik menjadi 20.948,59 detik. Total waktu dapat dikurangi sebanyak 27,41%. Aktivitas *value added* bertambah dari 68,04% menjadi 71,231 %. Beberapa aktivitas transportasi

dihilangkan karena diberikan rancangan perbaikan berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada perusahaan. Rancangan perbaikan dapat dilihat pada *future state environmental value stream mapping*.

### 5.3.3 Analisis *Environmental waste*

Metode *environmental value stream mapping* digunakan untuk mengetahui konsumsi energi perusahaan dalam lini produksi, perbaikan sebagai berikut:

a. Konsumsi Air

Penggunaan air harus dikurangi sesuai dengan ketetapan Balai Besar Kerajinan Batik menjadi 50 liter/kain, dimana proses yang ada saat ini sangat berlebihan serta kedisiplinan pekerja harus lebih bijak dalam penggunaan air dan apabila air sudah tidak digunakan harap mematikan keran.

b. Konsumsi Bahan bakar

Penggunaan bahan bakar untuk proses produksi mencakup 42kg gas elpiji selama sebulan dan penggunaan 1500kg kayu bakar dan mengeluarkan biaya sebesar Rp. 1.689.000.

Langkah selanjutnya adalah pergantian bahan bakar kayu bakar pada proses pelorodan diganti dengan gas elpiji 1 tabung per hari dengan estimasi penggunaan gas 3kg dan biaya per tabung sekitar Rp. 21.000 maka dalam sebulan, proses pelorodan membutuhkan 24 tabung gas, kemudian pengecapan membutuhkan 11 tabung gas elpiji, dan penembokan membutuhkan 9 tabung gas elpiji.

Pengecapan 11 x Rp 21.000 = Rp 231.000

Penembokan 3 x Rp 21.000 = Rp 63.000

Pelorodan 24 x Rp 21.000 = Rp. 504.000

Apabila di total dalam sebulan, CV. Akasia mengeluarkan biaya sebesar Rp 798.000 untuk pemenuhan bahan bakar bagi kegiatan proses produksi. Dengan begitu perusahaan bisa menghemat biaya mencapai Rp. 891.000

c. Limbah

Melakukan *recycle* malam sisa produksi untuk digunakan kembali sebagai bahan baku malam, dengan cara mencampurkan sisa malam dengan campuran gondorukem, damar, parapin, dan minyak. Kemudian direbus dan di diamkan semalam agar malam kering. Dengan begitu tidak ada limbah padat hasil produksi.

Selain itu juga perlu dilakukan pengolahan limbah cair karena debit penggunaan air per hari yang cukup besar, karena bahan pewarna sintesis yang digunakan banyak mengandung senyawa yang berbahaya bagi lingkungan apabila tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu.

### 5.3.4 Perhitungan Emisi Future State

Perhitungan energi yang dibutuhkan dan emisi yang dihasilkan untuk *future state* dalam dilihat dalam tabel 5.4 sebagai berikut:

Tabel 5.4 Perhitungan Energi dan Emisi CO<sup>2</sup> pada future state

No	Nama Proses	Bahan bakar	Qty (kg)	NCV	Faktor Emisi	Emisi Total
1	Pengecapan	LPG	33	0,000047	63.100	94,9024
2	Penembokan	LPG	9	0,000047	63.100	26,6913
3	Pelorodan	LPG	72	0,000015	63.100	68,148
Total						189,7417

Berdasarkan perhitungan pada tabel 5.4 diatas dapat disimpulkan bahwa total emisi yang dihasilkan oleh CV. Akasia untuk 1 bulan proses produksi sebesar 189,7417 kgCo<sup>2</sup>. Sementara untuk satu hari proses produksi, emisi yang dihasilkan sebesar 7,905 kgCo<sup>2</sup> dengan penggunaan air per hari diharapkan sebesar 50 lt.

### 5.3.5 Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Future

Perhitungan kebutuhan ruang terbuka hijau untuk menyerap emisi karbondioksida hasil proses produksi dalam *future state*, dapat dilihat di tabel 5.5 di bawah ini:

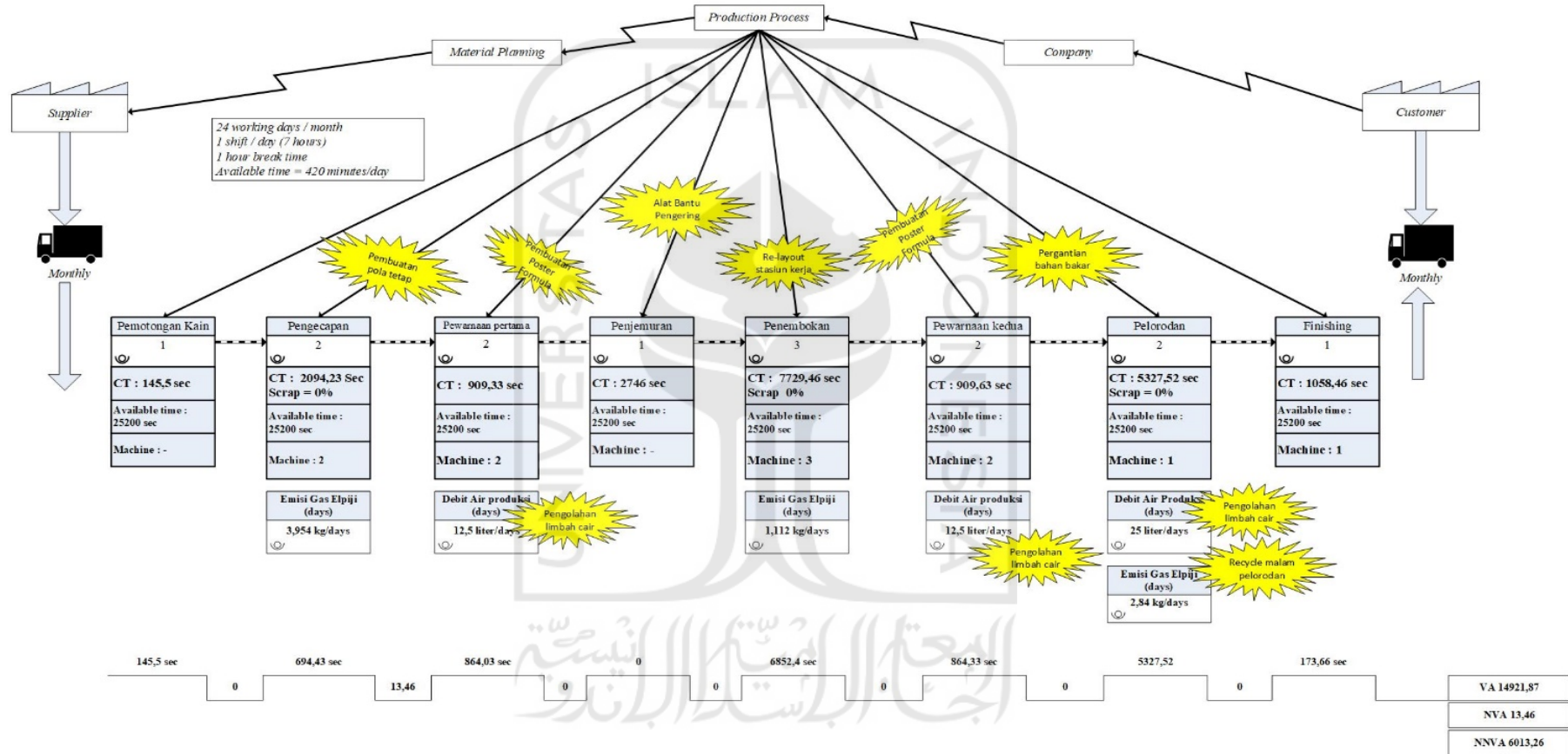
Tabel 5.5 Kebutuhan RTH Future

Jenis Pohon	Emisi (Kg CO <sub>2</sub> / hari)	Daya Serap (Kg CO <sub>2</sub> /hari/pohon)	Jumlah Pohon Yang Dibutuhkan	Luas RTH (m <sup>2</sup> /Pohon)	Total RTH (m <sup>2</sup> )
Kenanga	7,905	2,07284	3,81	6,25	23,81

Berdasarkan perhitungan RTH pada tabel 5.5 di atas, dapat dilihat bahwa perusahaan membutuhkan 4 pohon kenanga dengan luas RTH sebesar 23,81 m<sup>2</sup> untuk menanggulangi emisi yang dihasilkan oleh perusahaan yakni sebesar 7,905 Kg/CO<sup>2</sup>/Hari

### 5.3.6 Pembuatan Future State Mapping

Enviromental Value Stream Mapping Proses Produksi CV Akasia



Gambar 5.1 Desain Future State Mapping

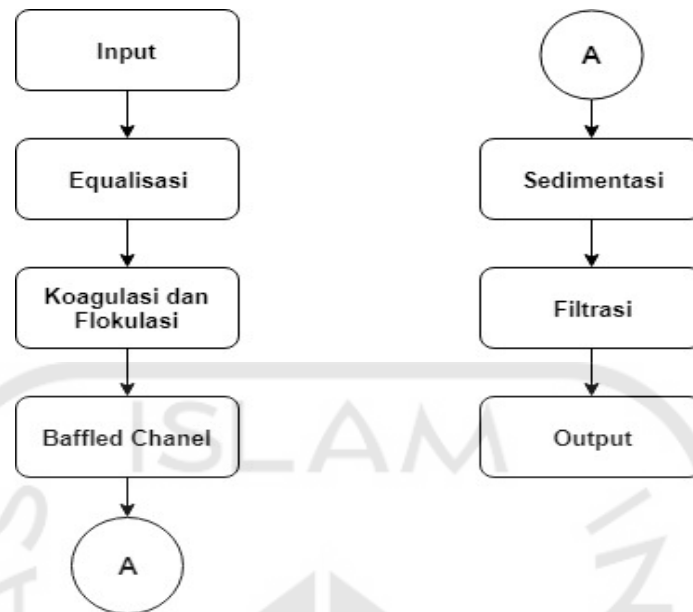
Berdasarkan gambar 5.1 Future State Mapping pada CV. Akasia terdapat beberapa aktivitas yang bisa dikurangi dengan tujuan untuk mengurangi waktu siklus produksi. aktivitas tersebut dikurangi sesuai dengan tingkat kepentingan dan usulan perbaikan.

Beberapa waktu yang dikurangi seperti pembuatan pola pada proses pengecapan, *set up* peralatan pada proses penembakan, waktu penjemuran kain yang sangat tergantung pada kondisi cuaca kemudian pergantian bahan bakar pada proses pelorodan. Untuk permasalahan penjemuran dapat diatasi dengan membeli mesin pengering yang lebih cepat dan efisien, kemudian *re-design layout* dan alat tetap bagi proses penembakan serta pergantian kayu bakar dengan gas elpiji. Dalam *future state mapping* juga diharapkan bisa mengurangi defect atau scrap yang terjadi saat proses pengecapan, penembakan serta pelorodan. Dengan pengurangan aktivitas tersebut, maka total waktu produksi berubah dari 28858, 82 detik menjadi 20948,59 detik.

### **5.3.7 Perbaikan Kinerja Lingkungan**

Berdasarkan penilaian kinerja lingkungan dan pembobotan prioritas di perhitungan sebelumnya, didapatkan aspek lingkungan limbah cair seperti BOD, COD, TSS, TDS, pH serta Sulfida harus diolah agar memenuhi baku mutu sehingga aman untuk dibuang ke lingkungan. Oleh karena itu, usulan perbaikan kinerja yang disarankan adalah pembuatan instalasi pengolahan air limbah (IPAL). Untuk mengetahui efektivitas IPAL yang disarankan oleh peneliti, maka dilakukan uji coba pengolahan limbah cair industri batik menggunakan pengolahan air limbah skala laboratorium.

Berdasarkan proses pengolahan limbah cair industri batik yang dilakukan pada skala laboratorium, diagram alir proses pengolahan limbah cair yang dilaksanakan bisa dilihat dalam gambar 5.2 sebagai berikut:



Gambar 5.2 Pengolahan air limbah dengan IPAL skala laboratorium

Penjelasan gambar 5.2 mengenai alur pengolahan air limbah dengan IPAL skala laboratorium sebagai berikut:

1. Bak Penampung Awal (Ekualisasi)

Bak ini berfungsi untuk menampung limbah cair sebelum dilakukan pengolahan lebih lanjut. Dalam bak ini air limbah tidak dilakukan perlakuan apapun, tetapi merupakan suatu cara untuk meningkatkan efektifitas dari proses selanjutnya. Salah satunya adalah dengan mengatur debit air menuju ke unit IPAL selanjutnya. Hal tersebut dilakukan agar tidak terjadi fluktuasi yang apabila terjadi dapat menyebabkan terganggunya proses pengolahan pada tahap berikut. Pada pengolahan limbah cair industri batik yang dilakukan, debit yang digunakan adalah 200 mL/menit.

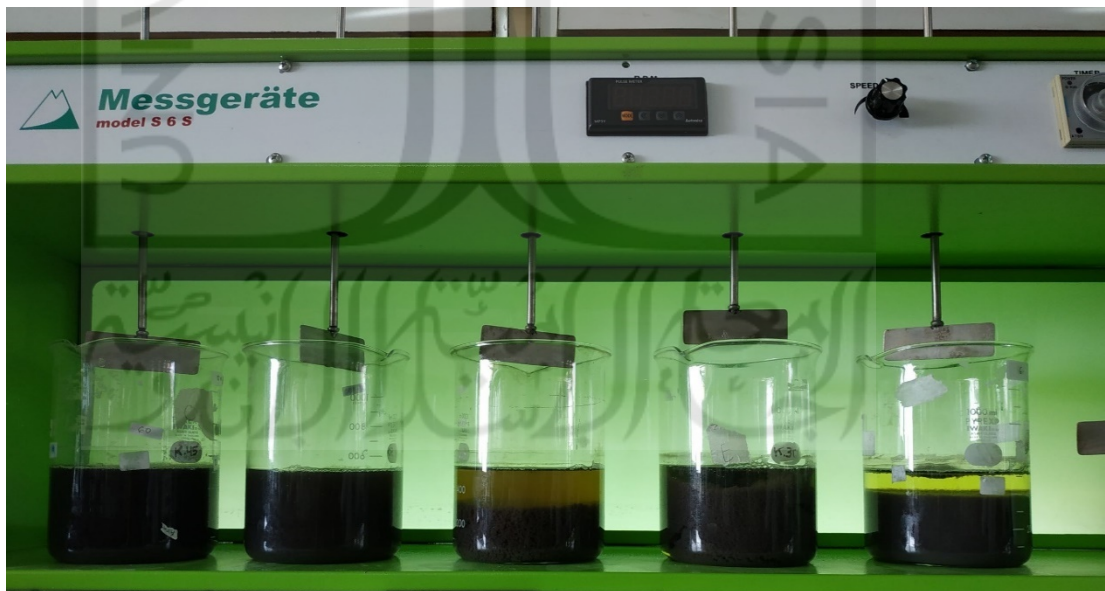
2. Bak Koagulasi-Flokulasi

Koagulasi adalah proses untuk menyatukan butir-butir (gumpalan) dengan cara memberikan bahan kimia yang disebut koagulan kemudian dilanjutkan dengan pengadukan cepat. Flokulasi adalah proses pembentukan flok setelah diberikan bahan koagulan yang disertai pengadukan lambat. Menurut (Reynolds, 1982) tujuan dari koagulasi pengolahan air adalah mendestabilkan suspensi kontaminan agar partikel dapat bergabung dan membentuk flok yang kemudian memisahkan dengan air dalam bak sedimentasi. Terdapat berbagai bahan koagulan yang sering dijumpai seperti  $Al_2(SO_4)_3$ , *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dan lain-lain.



Dalam pengolahan limbah cair industri batik yang dilakukan pada skala laboratorium ini, bahan koagulan yang digunakan adalah  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . Hal ini dikarenakan pH limbah bersifat basa sehingga dengan pembubuhan  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  yang bersifat asam diharapkan dapat menjadikan pH limbah memenuhi baku mutu. Pada Tabel 5.5, dapat dilihat bahwa pemberian  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  efektif menurunkan kadar kesadahan menjadi 7 dari nilai awalnya yaitu 11. Begitu pula TDS dan kekeruhan pun mengalami penurunan dengan efektifitas tertentu.

Dalam praktek dosis bahan koagulan ditentukan dengan melakukan percobaan jar test (Reynolds, 1982) Percobaan uji jar test dilakukan dengan menyiapkan 5 sampel limbah cair industri batik dimana setiap sampel memiliki volume 500 mL. Setelah itu, dilakukan pemberian bahan koagulan ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  20) dengan variasi 10 mL, 15 mL, 20 mL, 25 mL dan 30 mL yang disertai pengadukan cepat 500 rpm selama satu menit. Kemudian dilakukan pengadukan lambat 250 rpm selama 2 menit dan pemberian larutan superflok polymer 1 mL untuk setiap sampel. Pemberian superflok polymer bertujuan untuk menyempurnakan proses pembentukan flok yang terjadi sehingga diharapkan flok yang mengendapapun semakin meningkat.



Gambar 5.3 Pengujian Uji Jar test

Pada gambar 5.3 diketahui bahwa sampel limbah cair industri batik yang mengalami perubahan warna paling signifikan adalah variasi tawas 30 mL.

Sehingga untuk mengolah 30 L limbah cair industri batik menggunakan IPAL skala laboratorium diperlukan tawas dan superflok sebanyak:

$$\frac{30 \text{ ml}}{500 \text{ ml}} = \frac{X}{30.000 \text{ ml}}$$

$$X = 1800 \text{ ml}$$

$$\frac{1 \text{ ml}}{500 \text{ ml}} = \frac{X}{30.000 \text{ ml}}$$

$$X = 60 \text{ ml}$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan hasil apabila ingin mengolah limbah diperlukan bahan koagulan tawas sebesar 1800ml per 30.000ml dan bahan superflok sebesar 60ml per 30.000ml air limbah.

### 3. *Baffled Channel*

*Baffled* berfungsi unit yang berfungsi untuk menghilangkan berbagai bentuk sedimen dalam air dengan proses pengolahan secara fisika tanpa memerlukan koagulan atau bahan kimia lainnya. Dalam bak *baffled channel* terdapat sederet keping pengendap yang berfungsi untuk memperluas bidang pengendapan sehingga proses pengendapan (*sedimentation*) dapat berlangsung lebih efektif dibanding bila tanpa menggunakan keping pengendap

### 4. Bak Sedimentasi

Sedimentasi adalah suatu unit operasi untuk menghilangkan materi tersuspensi atau flok kimia secara gravitasi. Proses sedimentasi pada pengolahan air limbah umumnya untuk menghilangkan padatan tersuspensi sebelum dilakukan proses selanjutnya. Gumpalan padatan yang terbentuk pada proses koagulasi masih berukuran kecil, gumpalan-gumpalan kecil ini akan terus bergabung menjadi gumpalan yang lebih besar pada proses flokulasi. Terbentuknya gumpalan-gumpalan besar membuat beratnya semakin bertambah, sehingga karena gaya gravitasi gumpalan-gumpalan tersebut akan bergerak ke bawah dan mengendap pada bagian dasar bak sedimentasi.

### 5. Bak Filtrasi

Filtrasi adalah proses yang terdiri dari melepaskan campuran solid likuid melalui material porus (filter) kemudian menahan solid melepaskan likuid (filtrat) secara berlanjut (Tjokrokusumo, 1998). Media filtrasi yang digunakan biasanya berbeda-beda sesuai karakteristik air limbah yang diolah. Dalam pengolahan limbah cair yang dilakukan pada skala laboratorium, susunan media filtrasi yang digunakan adalah pasir, arang aktif dan kerikil. Media-media filtrasi tersebut akan menyaring

flok-flok yang masih terikut dalam air limbah dan tidak terendap pada bak sedimentasi.

Berikut merupakan gambar 5.4 IPAL skala laboratorium yang digunakan peneliti selama melakukan penelitian pengolahan air limbah.



Gambar 5.4 IPAL Skala Laboratorium

Langkah selanjutnya untuk melihat perbandingan air limbah sebelum dan setelah dilakukan pengolahan dapat dilihat dalam tabel 5.6 dibawah ini:

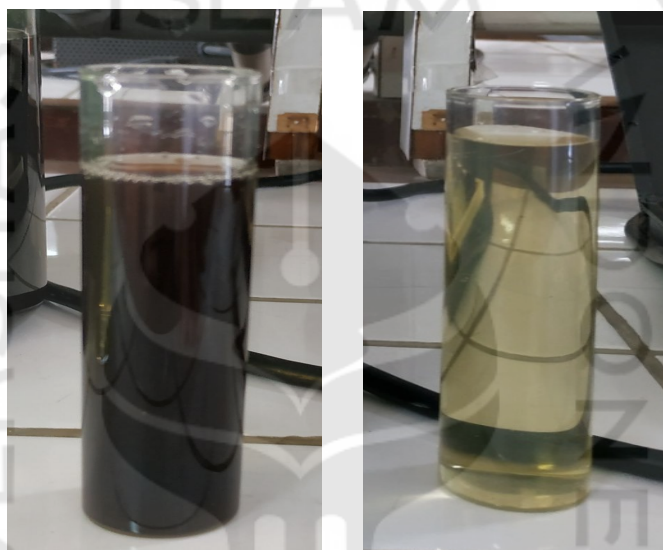
Tabel 5.6 Hasil sebelum dan sesudah pengolahan IPAL

Parameter	Satuan	Sebelum	Sesudah	Baku mutu
pH	-	11	7	6,0-9,0
TDS	Mg/l	4350	1361	2000
Kekeruhan	Ntu	> 1000	10	

Sesuai dengan tabel 5.6 diatas dapat diketahui bahwa karakteristik pada limbah cair industri batik sebelum diberi perlakuan pH sebesar 11, TDS sebesar 4350 mg/L dan kekeruhan sebesar > 1000 NTU. Proses pengolahan menggunakan IPAL skala laboratorium yang terdiri dari unit equalisasi, koagulasi-flokulasi, *baffled channel*, sedimentasi dan filtrasi. Dari hasil pemeriksaan parameter limbah cair industri batik

setelah diolah, pH mengalami penurunan menjadi 7, TDS mengalami penurunan 31,28% menjadi 1361 mg/L dan kekeruhan mengalami penurunan menjadi 10. Oleh karena itu, limbah cair batik tersebut telah memenuhi Peraturan Baku Mutu Limbah Cair Industri batik Perda DIY No. 7 Tahun 2016.

Selanjutnya untuk perbandingan warna air limbah bisa dilihat dalam gambar 5.5 berikut:



Gambar 5.5 Perbandingan Air Limbah

Pada gambar 5.5 diatas dapat dilihat perbedaan kekeruhan air limbah, sebelumnya air limbah berada  $>1000$  NTU menjadi 10 NTU. Kemudian untuk melihat *impact* yang diberikan IPAL terhadap air limbah, menurut Hastutiningrum & Purnawan (2017), setelah dilakukan uji *jar test* kadar BOD dan COD mengalami penurunan dengan tingkat efisiensi masing-masing sebesar 77,13 % dan 84,45 % dengan kadar awal BOD sebesar 2712,02 mg/L dan COD sebesar 10464,00 mg/L.

Setelah melakukan pengolahan air limbah menggunakan IPAL skala laboratorium dapat disimpulkan bahwa IPAL berpengaruh untuk mengurangi masalah limbah cair yang terdapat dalam CV.Akasia. Parameter yang mengalami penurunan dan sesuai dengan baku mutu limbah cair adalah suhu dan TDS

Tabel 5.7 Baku Mutu Limbah Cair DIY

Hasil Uji			
No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
1.	Suhu (sampel)	°C	± 3°c terhadap suhu udara
2.	Zat padat terlarut (TDS)	mg/L	2000

### 5.3.8 Investasi yang dibutuhkan

Perhitungan investasi dilakukan dengan cara menghitung jumlah produksi per tahun CV.Akasia dengan menggunakan pendekatan *forecasting moving average*, didapatkan hasil sebesar 7938 kain batik, dimana harga jual per kain batik sebesar Rp. 100.000 Apabila biaya pembangunan IPAL Skala UKM sebesar Rp 30.000.00 dan bisa bertahan selama 10 tahun. Dengan biaya perawatan perbulan dan pembelian bahan koagulan seperti tawas dan superlok untuk memecah senyawa yang ada di air limbah dibutuhkan biaya sebesar Rp.250.000.

Maka penambahan biaya per kain seperti berikut:

$$\frac{\text{Biaya per tahun}}{\text{jumlah produksi per tahun}} = \frac{\text{biaya investasi per tahun} + \text{perawatan IPAL}}{\text{jumlah produksi per tahun}}$$

$$= \frac{3.000.000 + 3.000.000}{7938} = 755,85$$

Untuk menutupi biaya pembangunan IPAL, perawatan dan pembelian bahan koagulan maka setiap kain batik akan mendapatkan tambahan biaya sebesar 755,85 rupiah, dengan nilai jual kain batik apabila dibulatkan menjadi Rp 101.000