



**UPAYA PENINGKATAN PRODUKTIVITAS DAN KINERJA
LINGKUNGAN DENGAN METODE *GREEN PRODUCTIVITY*
DI BATIK BLIMBING MALANG**

SKRIPSI

TEKNIK INDUSTRI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



TEUKU MUHAMMAD FAIZ GHAZIAN

NIM. 135060701111093

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2017



DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
RINGKASAN	xiii
SUMMARY	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	5
1.3 Rumusan Masalah	6
1.4 Batasan Penelitian	6
1.5 Asumsi Penelitian	6
1.6 Tujuan Penelitian	6
1.7 Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Penelitian Terdahulu	9
2.2 Produktivitas	11
2.2.1 Tipe Dasar Produktivitas	13
2.2.2 Siklus Produktivitas	13
2.2.3 Pengukuran Produktivitas	14
2.3 <i>Eco-Efficiency Dan Sustainable Development</i>	15
2.3.1 <i>Eco-Efficiency</i>	16
2.3.2 <i>Sustainable Development</i>	16
2.4 Metode <i>Green Productivity</i>	17
2.4.1 Manfaat Implementasi <i>Green Productivity</i>	23
2.5 Limbah	24
2.5.1 Parameter Limbah Cair Industri Tekstil	25
2.6 Kinerja Lingkungan	28
2.6.1 <i>Environmental Performance Indicator (EPI)</i>	29



Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
2.6.2 Kebijakan Lingkungan.....	Repository Universitas Brawijaya	30
2.6.2.1 Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri Tekstil.....	Repository Universitas Brawijaya	31
2.7 Metode <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP).....	Repository Universitas Brawijaya	31
2.7.1 Tahapan Pembobotan Dengan <i>Analytical Hierarchy Process</i>	Repository Universitas Brawijaya	32
2.8 <i>Process Flow Diagram</i> Dan Neraca Massa.....	Repository Universitas Brawijaya	35
2.9 <i>Fishbone Diagram</i>	Repository Universitas Brawijaya	36
2.8 3R (<i>Reduce, Reuse, and Recycle</i>).....	Repository Universitas Brawijaya	37
BAB III METODE PENELITIAN	Repository Universitas Brawijaya	39
3.1 Jenis Penelitian.....	Repository Universitas Brawijaya	39
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	Repository Universitas Brawijaya	39
3.3 Langkah-Langkah Penelitian.....	Repository Universitas Brawijaya	39
3.3.1 Tahap Pendahuluan.....	Repository Universitas Brawijaya	39
3.3.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	Repository Universitas Brawijaya	40
3.3.3 Tahap Analisa dan Pembahasan.....	Repository Universitas Brawijaya	43
3.3.4 Tahap Kesimpulan dan Saran.....	Repository Universitas Brawijaya	43
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	Repository Universitas Brawijaya	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	Repository Universitas Brawijaya	45
4.1 Gambaran Umum Perusahaan.....	Repository Universitas Brawijaya	45
4.1.1 Sejarah Perusahaan.....	Repository Universitas Brawijaya	45
4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan.....	Repository Universitas Brawijaya	46
4.1.3 Organisasi dan Manajemen.....	Repository Universitas Brawijaya	46
4.1.4 Proses Produksi Batik Tulis.....	Repository Universitas Brawijaya	47
4.1.5 Bahan Baku Dalam Proses Produksi Batik.....	Repository Universitas Brawijaya	48
4.1.6 Limbah Produksi Batik Tulis.....	Repository Universitas Brawijaya	49
4.2 Pengumpulan Data.....	Repository Universitas Brawijaya	50
4.2.1 <i>Process Flow Diagram</i>	Repository Universitas Brawijaya	50
4.2.2 Produktivitas.....	Repository Universitas Brawijaya	51
4.2.2.1 Data <i>Input</i>	Repository Universitas Brawijaya	51
4.2.2.2 Data <i>Output</i>	Repository Universitas Brawijaya	53
4.2.3 Kandungan Zat Kimia Limbah Cair.....	Repository Universitas Brawijaya	54
4.2.4 Penyebaran Kuesioner.....	Repository Universitas Brawijaya	54
4.3 Pengolahan Data.....	Repository Universitas Brawijaya	55
4.3.1 Perhitungan Produktivitas.....	Repository Universitas Brawijaya	55
4.3.2 Perhitungan Kinerja Lingkungan.....	Repository Universitas Brawijaya	56
	iv	



BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai gambaran secara umum permasalahan yang akan diteliti. Meliputi latar belakang, identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian yang digunakan dalam melakukan penelitian.

1.1 Latar Belakang

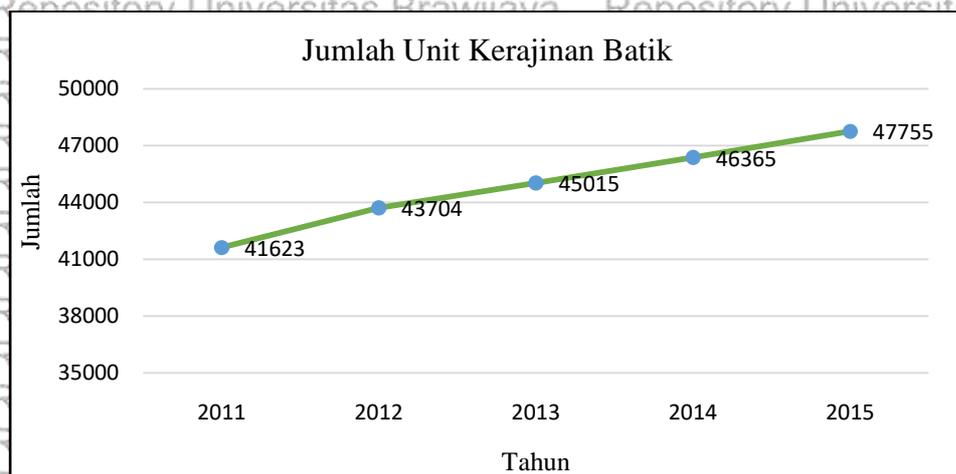
Saat ini unit kerajinan batik mengalami pertumbuhan yang sangat pesat seiring dengan perkembangan arus globalisasi. Pertumbuhan tersebut menuntut para pengrajin untuk meningkatkan dan memperbaiki kinerjanya secara terus menerus agar dapat bertahan maupun dapat memenangkan kompetisi terhadap berbagai industri lainnya. Industrialisasi telah menempati posisi utama dalam ekonomi masyarakatsertamerupakan motor penggerak yang memberikan dasar bagi peningkatan kemakmuran saat ini. Oleh karena itu, setiap industri mengharuskan peningkatan dan perbaikan kinerja untuk bertahan dan memenangkan persaingan dengan industri lainnya, tentunya hal tersebut dapat meningkatkan produktivitas. Bagi setiap industri produktivitas merupakan hal sangat penting, yaitu menghasilkan produk yang lebih berkualitas dengan biaya yang lebih rendah.

Selaras dengan usaha meningkatkan produktivitas, ditemukan permasalahan yang berdampak buruk terhadap lingkungan sekitar. Permasalahan tersebut disebabkan karena proses produksi kerap mengakibatkan pembuangan material maupun energi yang akan membebani lingkungan, tentunya proses produksi yang baik tidak hanya melihat bagaimana cara mereduksi limbah akhir yang dihasilkan, namun juga yang tak kalah penting yaitu keamanan efek samping dari limbah prosesnya. Seharusnya lingkungan yang sehat dan terawat menjadi hal yang utama bagi pihak industri berskala besar maupun kecil.

Aspek permasalahan lingkungan menjadi isu yang cukup hangat untuk dibahas, akan tetapi permasalahan ini seringkali diremehkan oleh pihak terkait, padahal pada saat ini permasalahan terhadap lingkungan sangat berdampak buruk bagi kehidupan masyarakat luas. Maka dari itu, sangat penting bagi unit kerajinan yang memproduksi batik agar memperhatikan dampak lingkungan dari tiap proses produksi sehingga tidak dihasilkannya pencemaran. Jumlah industri yang meningkat dapat membawa dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, untuk menciptakan harmoni dengan lingkungan dibutuhkan

tindak lanjut terhadap proses produksinya sehingga ramah terhadap lingkungan.

Batik Indonesia secara resmi telah dikukuhkan menjadi warisan budaya dunia oleh (*United Nation Educational, Scientific and Cultural Organization*) UNESCO. Tepatnya pada tanggal 2 Oktober 2009, penetapan Batik Indonesia oleh UNESCO sebagai sebuah keseluruhan teknik, teknologi, pengembangan motif dan budaya yang terkait dengan batik tersebut sebagai karya agung warisan kemanusiaan untuk budaya lisan dan nonbendawi (*Masterpiece of The Oral and Intangible Heritage of Humanity*) yaitu pengakuan dunia bahwa batik Indonesia merupakan bagian kekayaan peradaban manusia. Pengukuhan tersebut turut mendongkrak citra batik serta kesadaran masyarakat untuk merasa memiliki batik. Setelah mendapatkan pengakuan dunia tersebut, produk batik semakin diminati oleh masyarakat. Oleh karena itu, jumlah Industri Kecil Menengah (IKM) batik terus meningkat mengikuti perkembangan tren batik. Gambar 1.1 merupakan pertumbuhan jumlah industri batik di Indonesia.



Gambar 1.1 Pertumbuhan Unit Kerajinan Batik di Indonesia tahun 2011-2015

Sumber: Kementerian Perindustrian Republik Indonesia (2015)

Kerajinan batik juga merupakan salah satu sektor industri kreatif yang berkontribusi terhadap perekonomian bangsa. Mengingat peran batik yang harus di lestarikan dan telah menjadi identitas bangsa, sehingga tak heran jika semakin banyak unit produksi batik yang saling berkompetisi untuk membuat batik dengan kualitas yang baik.

Batik Blimbing Malang merupakan salah satu unit usaha yang memproduksi kain batik tulis. Batik Blimbing Malang dapat menghasilkan produk batik yang memiliki motif beragam dan berkualitas tinggi. Adanya usaha produksi batik ini menyebabkan limbah cair yang dihasilkan juga tinggi seiring dengan laju produktivitasnya. Limbah cair tersebut kerap kali dibuang begitu saja tanpa adanya usaha pengolahan maupun penanganan dampak limbah terlebih dahulu. Oleh karena itu, Batik Blimbing Malang memiliki potensi

pencemaran lingkungan yang dihasilkan dari proses produksi batik.

Perkembangan batik tulis adalah suatu perubahan yang bersifat maju, meningkat dan juga mendalam serta berlangsung secara terus menerus dan tetap dalam kegiatan industri batik tulis. Dengan adanya perkembangan tersebut, produksi kain batik tulis semakin meningkat seiring dengan meningkatnya permintaan konsumen untuk produk batik tulis. Maka hal tersebut mengindikasikan bahwa semakin besar pula limbah yang dihasilkan, terutama limbah cair. Tahap produksi yang terdiri dari berbagai macam proses akan menghasilkan limbah pada masing-masing tahapan proses produksinya. Tahapan produksi batik yang berbeda satu dengan lainnya tentunya akan menghasilkan jenis limbah yang berbeda, sehingga limbah-limbah yang dihasilkan memiliki karakteristik tersendiri untuk dilakukannya upaya perbaikan.

Salah satu jenis limbah yaitu berupa potongan kain yang dihasilkan dari proses persiapan, untuk limbah berupa potongan kain tersebut akan digunakan kembali untuk membuat kerajinan tangan seperti sarung bantal, tas, gelang batik, bros kain batik dan masih banyak lagi. Kemudian, dihasilkan jika limbah lelehan lilin berupa padatan dari proses mbatik dan penguncian warna. Limbah cair dihasilkan dari beberapa proses seperti proses perendaman kain, pencelupan warna, perebusan kain untuk melepas lilin/malam dan proses pencucian. Sesuai dengan kuantitasnya, maka limbah cair memerlukan penanganan lebih lanjut agar dapat mengurangi dampaknya terhadap lingkungan. Berdasarkan dari kondisi tersebut, Batik Blimbing Malang sebagai salah satu unit kerajinan yang memproduksi batik memiliki potensi pencemaran limbah yang cukup tinggi merasa perlu untuk dilakukannya perbaikan baik dalam produktivitas dari sistem produksi maupun pengolahan limbahnya, sehingga dapat menghambat pengaruh yang dapat terjadi terhadap produktivitas proses produksi batik tulis. Dikatakan cukup tinggi karena Batik Blimbing Malang dapat menghasilkan limbah cair sebesar ± 5.304 liter per bulan dengan rata-rata hasil produksi sekitar 45 batik per bulan. Limbah yang dihasilkan dari proses produksi langsung dibuang ke saluran air yang terhubung dengan perairan lingkungan sekitar.

Dampak dari limbah tersebut tentunya dapat menimbulkan polusi atau pencemaran pada air yang akan membahayakan lingkungan terutama pada perairan sekitar. Selain itu, pada Batik Blimbing Malang tidak adanya penanganan limbah terlebih dahulu maupun upaya reduksi kandungan limbah sebelum dibuang. Sehingga limbah cair yang dihasilkan dari proses produksi batik berpotensi sangat besar melebihi standar Baku Mutu yang dipersyaratkan BAPEDAL berdasarkan Kepmen LH No. 5 tahun 2014, tentunya hal tersebut dapat memberikan dampak yang buruk terhadap lingkungan. Tabel 1.1 merupakan

hasil pemeriksaan kandungan zat kimia pada limbah cair yang dihasilkan dari produksi batik.

Tabel 1.1

Perbandingan Baku Mutu Dan Hasil Analisa Kualitas Air Limbah

Parameter	Baku Mutu Kepmen LH No. 5 Tahun 2014	Hasil Analisa di Laboratorium Kualitas Air Jasa Tirta 1
BOD	60 mg/L	5226 mg/L
COD	150 mg/L	20900 mg/L
TSS	50 mg/L	2036 mg/L
Fenol Total	0,5 mg/L	1,542 mg/L
Krom Total (Cr)	1,0 mg/L	tidak terdeteksi
Amonia Total (NH ₃ -N)	8,0 mg/L	0,294 mg/L
Sulfida (sebagai S)	0,3 mg/L	0,007 mg/L
Minyak dan Lemak	3,0 mg/L	3 mg/L
pH	6,0-9,0	11,8

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa hasil pengukuran kandungan limbah cair hasil produksi batik di Batik Blimbing Malang masih di luar batas yang dipersyaratkan. Tentunya hal tersebut mengindikasikan bahwa limbah yang dihasilkan memiliki dampak yang buruk terhadap lingkungan. Dibutuhkan penanganan lebih lanjut agar dapat mereduksi dampak hasil proses produksi. Untuk mengakomodir permasalahan limbah tersebut, diperlukan suatu strategi yang dapat mengurangi limbah hasil proses produksi. Dengan meningkatkan efisiensi input maka *waste* yang dihasilkan dari proses produksi dapat berkurang dan secara tidak langsung perusahaan dapat meningkatkan produktivitasnya.

Pengukuran produktivitas dapat dihitung dengan cara membandingkan antara *output* dan *input*, dimana *output* atau keluaran merupakan produk yang dihasilkan melalui proses produksi, sedangkan *input* atau masukan merupakan sumber daya (*resource*) yang digunakan dalam suatu proses produksi. Dengan didapatkannya kondisi produktivitas tersebut, maka dapat diketahui pula seberapa efisien sumber-sumber input yang telah berhasil dihemat. Menurut *Asian Productivity Organization* (2001), produktivitas merupakan hubungan antara apa yang dihasilkan oleh suatu sistem organisasi, baik dari segi kualitas produk dan layanan untuk memenuhi kebutuhan manusia sebagai pelanggan, dan apa yang masuk kedalam sistem organisasi, dalam hal sumber daya berupa bahan baku, tenaga kerja, penggunaan energi serta lainnya yang dikonsumsi untuk menghasilkan produk ataupun layanan.

Upaya yang dapat dilakukan untuk menyelesaikan masalah ini adalah dengan menggunakan metode *Green Productivity* yang diperkenalkan oleh *Asian Productivity*

Organization (APO). *Green Productivity* merupakan suatu konsep untuk meningkatkan produktivitas bisnis dan kinerja secara bersamaan untuk pengembangan sosial serta ekonomi secara keseluruhan. Metode ini mengaplikasikan teknik, teknologi dan sistem manajemen untuk menghasilkan barang dan jasa yang sesuai dengan lingkungan atau dapat dikatakan ramah lingkungan (APO, 2006). Konsep *Green Productivity* diperoleh dari penggabungan dua hal penting dalam strategi pembangunan, yaitu perbaikan produktivitas dan perlindungan lingkungan.

Diawali dengan analisa proses termasuk *output* dan *input*, *Green Productivity* dapat menghasilkan manfaat yang berguna untuk meningkatkan Produktivitas Ramah Lingkungan (PRL) yang merupakan bagian dari program peningkatan produktivitas dalam rangka menjawab isu dunia mengenai pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development*). Dikombinasikannya upaya peningkatan produktivitas dan penanganan terhadap dampak lingkungan menjadikan *Green Productivity* (GP) suatu konsep yang sangat menarik dalam rangka mencapai pembangunan berkelanjutan. Metode GP merupakan aplikasi dari *tool*, teknik, maupun teknologi produktivitas dan manajemen lingkungan yang sepadan untuk mereduksi beban lingkungan dari berbagai aktivitas organisasi produk. Diperlukan langkah identifikasi terhadap kualitas bahan baku dan aspek-aspek lingkungan dari proses produksi terkait untuk memastikan pengaruh terhadap lingkungan yang signifikan pada setiap langkah proses produksi.

Seiring usaha pelestarian lingkungan dan peningkatan keuntungan, Implementasi metode *Green Productivity* dapat mereduksi *waste* yang ditimbulkan dari proses produksi batik tulis tersebut serta dapat mengurangi dampak lingkungan pada penggunaan sumber daya dan energi material yang lebih sedikit sehingga akan berdampak pada pengurangan pemborosan. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan alternatif solusi perbaikan yang dapat meningkatkan produktivitas dan mengatasi masalah lingkungan pada Batik Blimbing Malang. Sehingga untuk kedepannya memungkinkan untuk dicapainya *eco-efficiency* yang akan mengarah pada *sustainable development*.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat diperoleh identifikasi masalah yaitu sebagai berikut:

1. Terdapat limbah yang dihasilkan pada proses produksi batik dan dapat memberikan dampak negatif pada lingkungan sekitar Batik Blimbing Malang.
2. Limbah cair yang dihasilkan dari proses produksi melebihi standar Baku Mutu yang



6

dipersyaratkan BAPEDAL berdasarkan Kepmen LH No. 15 tahun 2014.

1.3 Rumusan Masalah

Pokok permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa tingkat produktivitas pada proses produksi di Batik Blimbing Malang?
2. Berapa indeks EPI (*Environmental Performance Indicator*) di Batik Blimbing Malang?
3. Apa saja permasalahan limbah yang dihasilkan pada setiap tahapan proses produksi batik di Batik Blimbing Malang?
4. Bagaimana alternatif solusi yang tepat untuk meningkatkan produktivitas dan kinerja lingkungan?

1.4 Batasan Penelitian

Agar tetap fokus pada permasalahan yang dihadapi, maka perlu adanya pembatasan terhadap ruang lingkup suatu penelitian. Berikut merupakan batasan masalah yang diberikan pada penelitian ini:

1. Produktivitas diukur berdasarkan biaya pada periode Januari sampai Desember 2016.
2. *Waste* yang diamati merupakan limbah cair yang dihasilkan dari proses produksi batik oleh Batik Blimbing Malang.
3. Penelitian dilakukan sampai tahap perencanaan implementasi alternatif perbaikan.

1.5 Asumsi Penelitian

Asumsi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dalam 1 bulan terdapat 26 hari kerja.
2. Perekonomian Indonesia terutama kota Malang dalam keadaan stabil, sehingga tidak terjadi perubahan terhadap harga-harga bahan baku.
3. Tingkat suku bunga Bank Indonesia, $i = 7,25\%$ per tahun.

1.6 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui tingkat produktivitas pada proses produksi batik di Batik Blimbing Malang.
2. Mengetahui indeks EPI (*Environmental Performance Indicator*) produksi batik di Batik Blimbing Malang.



3. Mengidentifikasi permasalahan limbah yang dihasilkan pada setiap tahapan proses produksi batik di Batik Blimbing Malang.

4. Memberikan rancangan solusi perbaikan terhadap masalah sehingga meningkatkan produktivitas dan kinerja lingkungan dengan metode *Green Productivity*.

1.7 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi perusahaan antara lain sebagai berikut:

1. Dapat mengurangi potensi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah hasil proses produksi.

2. Dapat memilih alternatif yang lebih baik untuk implementasi sehingga meningkatkan produktivitas dan kinerja lingkungan melalui pengurangan dampak limbah.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada pelaksanaan penelitian ini terdapat beberapa teori atau referensi yang nantinya digunakan untuk menjadi dasar dalam mengerjakan penelitian ini. Oleh karena itu, pada bab ini akan dijelaskan teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan dan metode-metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan.

2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang berkenaan dengan *Green Productivity*, sehingga dapat dijadikan sebagai referensi pada penelitian ini dan juga dapat digunakan untuk mengetahui posisi dan perbedaan penelitian yang dilakukan saat ini. Berikut merupakan beberapa penelitian terdahulu yang relevan terhadap penelitian ini.

1. Afida (2009), melakukan penelitian berkenaan dengan pendekatan *Green Productivity* dengan dilakukan identifikasi adanya permasalahan pada perusahaan yang berhubungan dengan jumlah limbah yang berlebih dan berpotensi untuk direduksi. Sebelumnya dilakukan pula pengukuran kinerja lingkungan melalui indeks EPI (*Environmental Performance Indicator*) serta pengukuran produktivitas perusahaan. Alternatif perbaikan selanjutnya dirumuskan dan dipilih berdasarkan kelayakannya untuk diimplementasikan melalui analisis finansial, estimasi kontribusi alternatif terhadap tingkat produktivitas dan estimasi kontribusi alternatif terhadap tingkat EPI. Dari hasil penelitian, didapatkan alternatif solusi untuk mengatasi permasalahan tingginya jumlah limbah yang dikirim ke PPLI Bogor yaitu dengan mengurangi limbah sludge dan limbah lemak/koyor melalui mesin *sludge dryer* berkapasitas 15 ton/hari yang mampu mengeringkan limbah tersebut hingga 90% *dry solid*. Alternatif ini mampu memberikan kontribusi terhadap peningkatan produktivitas sebesar 0,91% serta berkontribusi terhadap perbaikan kualitas kinerja lingkungan melalui penurunan jumlah limbah yang dikirim ke PPLI Bogor sebesar 66,9%.
2. Azizah (2014), melakukan penelitian *Green Productivity* dengan judul “Analisis Penerapan *Environmental Management Accounting* (EMA) Sebagai Bentuk *Eco-Efficiency* Dalam Meningkatkan Keunggulan Kompetitif Perusahaan”. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kegiatan bisnis yang mengacu pada industri, khususnya bidang manufaktur yang menjadi salah satu sorotan penyebab terjadinya degradasi

lingkungan, karena kegiatan yang berhubungan langsung dengan lingkungan alam maupun sosial. Langkah awal adalah menerapkan *Environmental Management Accounting* (EMA) pada Pabrik Gula Ngadiredjo yang dilihat dari penerapan program EDO pada tahun 2010 dan IHK pada tahun 2011. Berdasarkan informasi PEMA dan MEMA yang diperoleh dapat digunakan sebagai dasar analisis *eco-efficiency*, dengan cara PEMA dibagi MEMA. Hasil perbandingan tersebut menjelaskan bahwa tingkat *eco-efficiency* pada Pabrik Gula Ngadiredjo pada tahun 2009 sebesar 32%, tahun 2010 sebesar 28%, tahun 2011 sebesar 35%. Sehingga ditarik kesimpulan EMA sebagai bentuk *eco-efficiency* pada Pabrik Gula Ngadiredjo rata-rata 30% dari perbandingan seluruh kinerja lingkungan terhadap kinerja keuangan. Meningkatnya perhatian dapat menjadi *tool* dalam meningkatkan *eco-efficiency* pada Pabrik Gula Ngadiredjo hingga 35% pada tahun 2011. EMA merupakan strategi untuk mencapai keunggulan kompetitif berdasarkan upaya produksi yang ramah terhadap lingkungan.

3. Wardhani (2015), penelitian ini dilakukan di PT Ongkowidjojo Malang dengan tujuan untuk mengalisa produktivitas dan *wastereduction* dengan pendekatan metode *green productivity*. Langkah pertama yang dilakukan yaitu membuat *flow process diagram* untuk menggambarkan aliran proses produksi pada pembuatan rokok. Selanjutnya adalah pengukuran massa dengan membuat neraca massa, pada neraca massa yang dibuat diketahui terdapat beberapa *waste* yaitu limbah padat dan limbah cair yang dihasilkan selama proses produksi dan menyebabkan jumlah massa yang masuk dan yang keluar sistem produksi memiliki massa yang berbeda. *Waste* yang dihasilkan kemudian dicari penyebabnya menggunakan *diagram ishikawa*. Penyebab dari banyaknya *waste* yang dihasilkan diantaranya masuknya material dengan ukuran terlalu kecil sehingga menghasilkan debu tembakau yang banyak, dan kemampuan mesin yang tidak optimal serta kualitas material dari *supplier* yang kurang baik yang menyebabkan produk cacat pada proses pelintingan. Dari permasalahan-permasalahan yang ada tersebut, kemudian dilakukan pemilihan alternatif menggunakan metode BCR (*Benefit Cost Ratio*). Alternatif yang terpilih untuk meningkatkan produktivitas pada proses produksi rokok menggunakan BRC yaitu membangun biofilter untuk mengurangi *waste* cair, menjadikan limbah gagang dan debu tembakau sebagai bahan campuran tembakau, dan penggantian *part* yang krusial untuk mengurangi cacat produk.

Beberapa penelitian terdahulu yang disebutkan sebelumnya akan dijadikan acuan pustaka bagi penulis dalam melakukan penelitian ini. Tabel 2.1 merupakan penjelasan



secara ringkas beberapa penelitian terdahulu dan perbandingannya dengan penelitian ini.

Tabel 2.1
Perbandingan Penelitian Terdahulu

Penulis	Objek Penelitian	Tools	Hasil Penelitian
Afida (2009)	PT, Ecco Tannery Indonesia	<i>Material Balance, Process Flow Diagram, Ishikawa Diagram, Environmental Performance Indicator (EPI), Internal Rate of Return (IRR)</i>	Mengurangi limbah <i>sludge</i> dan limbah lemak melalui mesin <i>sludge dryer</i> yang mampu mengeringkan limbah tersebut hingga 90% <i>dry solid</i> dan meningkatkan produktivitas sebesar 0.91% dan kinerja lingkungan sebesar 66,9%.
Azizah (2013)	PT, Perkebunan Nusantara X	<i>Eco-Efficiency, Green Productivity, Environmental Management Accounting (EMA)</i>	Tingkat <i>eco-efficiency</i> pada tahun 2009 sebesar 32%, 28% pada tahun 2010, 35% pada tahun 2011. Sehingga EMA sebagai implementasi <i>eco-efficiency</i> pada perusahaan rata-rata 30% dari perbandingan semua kinerja lingkungan terhadap kinerja ekonomi. Perhatian terhadap lingkungan dapat meningkatkan <i>eco-efficiency</i> hingga 35%.
Wardhani (2015)	PT, Ongkowidjojo	<i>Green Productivity, Diagram Ishikawa, Feasibility Analysis Matrix, Analisa Finansial Benefit Cost Ratio (BCR)</i>	Membangun Biofilter untuk mengurangi <i>waste cair</i> , menjadikan limbah gandum dan debu tembakau sebagai bahan campuran tembakau, dan penggantian part yang krusial untuk mengurangi cacat produk.
Penelitian Ini	Batik Blimbing Malang	<i>Flow Process Diagram (PFD), Deret Seragam, Fishbone Diagram, Konsep Perhitungan Produktivitas, Analytical Hierarchy Process (AHP), Environmental Performance Indicator (EPI)</i>	

Dapat dilihat penjelasan dari tabel 2.1 diatas, bahwa yang membedakan tiap-tiap penelitian tersebut adalah jenis penelitian, metode perbaikan, serta objek penelitian itu sendiri. Selain itu, pada penelitian ini, hanya dilakukan sampai tahap perencanaan implementasi perbaikan.

2.2 Produktivitas

Produktivitas merupakan salah satu faktor yang penting dalam mempengaruhi proses maju mundurnya suatu perusahaan, yang berarti bahwa meningkatkan produktivitas berarti

meningkatkan kesejahteraan dan kualitas suatu perusahaan (Nurchayanie dkk, 2015). Oleh karena itu, penting untuk dilakukan suatu pengukuran produktivitas pada suatu perusahaan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat produktivitas yang telah dicapai dan merupakan dasar dari perencanaan kedepan bagi langkah peningkatan produktivitas kedepannya.

Produktivitas dapat digambarkan dalam dua pengertian yaitu secara teknis dan finansial. Pengertian produktivitas secara teknis adalah peng-efisiensi-an produksi terutama dalam pemakaian ilmu dan teknologi. Sedangkan pengertian produktivitas secara finansial adalah pengukuran produktivitas atas *output* dan *input* yang telah dikuantifikasi. Suatu perusahaan industri merupakan unit proses yang mengolah sumber daya (*input*) menjadi *output* dengan suatu transformasi tertentu. Dalam proses inilah terjadi penambahan nilai lebih jika dibandingkan sebelum proses.

Menurut Mali dalam Gasperz (2000), istilah produktivitas seringkali disangkutkan dengan istilah “produksi”. Padahal sebenarnya pengertian produktivitas sangat berbeda dengan pengertian produksi. Akan tetapi produksi merupakan salah satu komponen dari usaha produktivitas selain kualitas dan hasil keluarannya. Produksi merupakan suatu kegiatan yang berhubungan dengan hasil keluaran dan umumnya dinyatakan dengan kuantitas produksi, sedangkan produktivitas berhubungan dengan efisiensi penggunaan sumber daya (masukan dalam menghasilkan tingkat perbandingan antara keluaran dan masukan). Definisi - definisi di atas menyatakan bahwa produktivitas berhubungan dengan kumpulan hasil - hasil. Di dalam pengertian ini menyatakan bahwa jumlah, jenis dan tingkat sumber daya yang dibutuhkan juga menyatakan efisiensi penggunaan sumber daya yang dibutuhkan, sehingga produktivitas dapat diukur berdasarkan pengukuran berikut :

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} = \frac{\text{Pencapaian Tujuan}}{\text{Penggunaan Sumber Daya}} = \frac{\text{Efektivitas Pelaksanaan Tugas}}{\text{Efisiensi Penggunaan Sumber Daya}} \quad (2-1)$$

Sumber: Gasperz (2000)

Pada umumnya terdapat beberapa prinsip yang dapat digunakan untuk melakukan perbaikan produktivitas menurut Rutkauskas & Paulaviciene (2005), yaitu :

1. Meningkatkan *input* dan *output*, dimana peningkatan *output* lebih besar daripada peningkatan *input*.
2. Menurunkan *input* dan *output*, dimana penurunan *input* lebih besar daripada penurunan *output*.
3. *Input* tetap, tetapi *output* meningkat.

4. *Input* menurun, tetapi *output* tetap.

5. *Input* turun dan *output* meningkat.

2.2.1 Tipe Dasar Produktivitas

Menurut Gasperz (2000), Jika dikelompokkan akan dijumpai tiga tipe dasar produktivitas. Tiga tipe dasar produktivitas ini adalah model pengukuran produktivitas yang paling sederhana berdasarkan pendekatan rasio *output* dengan *input*, yaitu :

1. Produktivitas Parsial

Merupakan perbandingan dari keluaran terhadap salah satu faktor masukan. Sebagai contoh, produktivitas bahan baku (perbandingan dari keluaran dan masukan bahan baku) merupakan salah satu ukuran produktivitas parsial. Pada pengukuran produktivitas parsial, produktivitas unit proses secara spesifik dapat diukur.

2. Produktivitas Faktor – Total

Merupakan perbandingan dari keluaran dengan jumlah tenaga kerja dan modal. Keluaran bersih adalah keluaran total dikurangi dengan jumlah barang dan jasa yang dibeli. Berdasarkan faktor di atas jenis *input* yang digunakan dalam pengukuran produktivitas faktor total hanya tenaga kerja dan modal.

3. Produktivitas Total

Merupakan perbandingan dari keluaran dengan jumlah keseluruhan faktor – faktor masukan, pengukuran produktivitas total mencerminkan pengaruh bersama seluruh masukan untuk menghasilkan keluaran.

Dari ketiga tipe dasar produktivitas di atas, baik keluaran (*output*) maupun masukan (*input*) harus dinyatakan dalam bentuk ukuran nyata berdasarkan harga konstan pada suatu periode, dengan tujuan agar menghilangkan pengaruh perubahan harga, sehingga hanya jumlah dari masukan dan keluaran saja yang dipertimbangkan.

2.2.2 Siklus Produktivitas

Summanth dalam Gasperz (2000) memperkenalkan suatu konsep formal untuk dipergunakan dalam peningkatan produktivitas berkelanjutan yang biasa disebut sebagai siklus produktivitas. Terdapat empat tahapan daur/ siklus produktivitas yang saling berkesinambungan berkaitan, yaitu Pengukuran Produktivitas (*Measurement*), kemudian Evaluasi Produktivitas (*Evaluation*), kemudian Perencanaan Produktivitas (*Planning*), dan Perbaikan Produktivitas (*Improvement*).

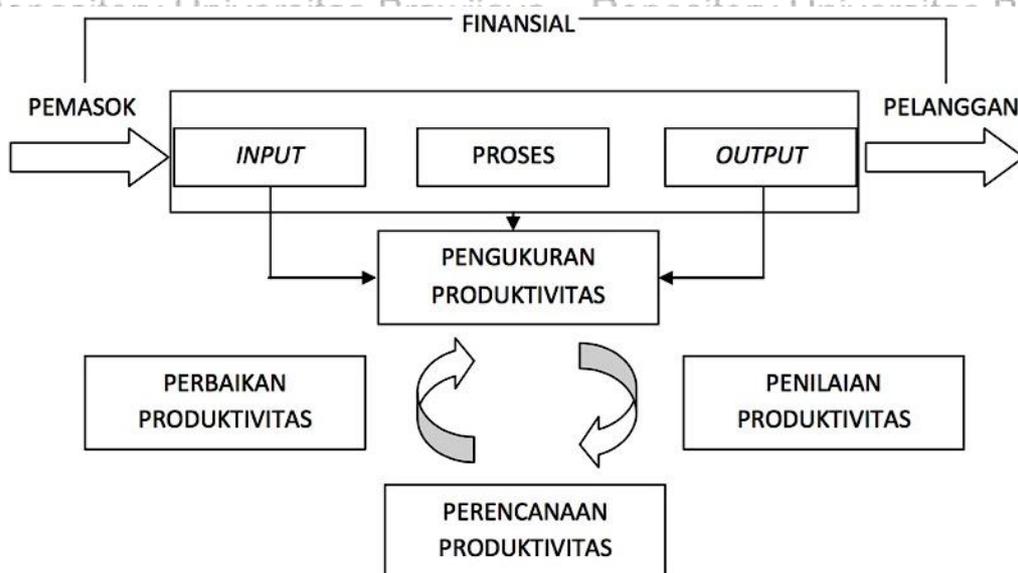
Apabila produktivitas dari sistem suatu industri dapat diukur, maka langkah berikutnya adalah mengevaluasi tingkat aktual produktivitas tersebut untuk diperbandingkan dengan rencana yang telah ditetapkan. Kesenjangan yang terjadi antara produktivitas aktual dan rencana merupakan masalah produktivitas yang harus dievaluasi dan dicari akar penyebab yang menghasilkan kesenjangan produktivitas tersebut.

Berdasarkan evaluasi ini, kemudian dapat direncanakan kembali target produktivitas yang akan dicapai, baik dalam jangka panjang maupun pendek.

Dalam upaya pencapaian target produktivitas yang telah direncanakan, berbagai rancangan formal dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas terus-menerus. Siklus produktivitas tersebut dapat diulang kembali secara berkelanjutan untuk mencapai peningkatan produktivitas pada suatu sistem industri.

Faktor penting yang menyebabkan naik turunnya tingkat produktivitas adalah pihak manajemen, karena merupakan faktor yang paling berpengaruh dalam proses perencanaan dan penjadwalan, pengaturan beban kerja, kejelasan instruksi kerja dan evaluasi serta dalam menumbuhkembangkan motivasi kerja dan loyalitas pekerja terhadap perusahaan.

Konsep siklus produktivitas ini memperlihatkan bahwa peningkatan produktivitas harus didahului oleh kegiatan pengukuran, penilaian dan perencanaan dari produktivitas itu sendiri. Keempat tahap ini sangat penting dilaksanakan seluruhnya, karena siklus tersebut menunjukkan bahwa program penelitian produktivitas merupakan kegiatan yang berkesinambungan dan melibatkan seluruh operasi kegiatan perusahaan.



Gambar 2.1 Siklus Produktivitas
Sumber: Sumanth (1985)

2.2.3 Pengukuran Produktivitas

Pengukuran produktivitas merupakan suatu alat manajemen yang penting pada setiap tingkat aktifitas ekonomi dan bagi analisis pertumbuhan industrialisasi. Dengan melakukan pengukuran secara berkesinambungan maka data-data tersebut akan sangat berguna untuk keperluan-keperluan seperti :

1. Evaluasi hasil-hasil yang telah dicapai.
2. Analisa struktur dan sebab-sebab terjadinya fluktuasi indeks produktivitas dalam usaha produktivitas yang bervariasi.
3. Perencanaan dan peramalan aktifitas yang akan dikerjakan.

Menurut Muchdarsyah (2005), pengukuran produktivitas secara umum berarti perbandingan yang dapat dibedakan dalam tiga jenis yang sangat berbeda. Berikut merupakan jenis-jenis pengukuran produktivitas.

1. Perbandingan-perbandingan antara pelaksanaan sekarang dengan pelaksanaan secara historis yang tidak menunjukkan apakah pelaksanaan sekarang ini memuaskan, namun hanya menentengahkan apakah meningkat atau berkurang tingkatannya.
2. Perbandingan pelaksanaan antara satu unit (perorangan tugas, seksi, proses) dengan lainnya. Pengukuran seperti itu menunjukkan pencapaian relatif.
3. Perbandingan pelaksanaan sekarang dengan targetnya dan inilah yang terbaik sebagai memusatkan perhatian pada sasaran/ tujuan.

Produktivitas perusahaan dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$Pt = Ot / L + C + R + Q \quad (2-2)$$

Sumber: Heizer dan Render (2005)

Keterangan:

Pt = Produktivitas total

L = Faktor masukan tenaga kerja (*labour input factor*)

C = Faktor masukan modal (*capital input factor*)

R = Masukan bahan baku (*raw material*)

Q = Faktor masukan barang-barang dan jasa-jasa yang beraneka macam

Ot = Hasil total (*total output*)

2.3 Eco-Efficiency Dan Sustainable Development

Aktivitas industri yang ada saat ini dapat dipandang sebagai suatu “ekosistem industri”, karena mengaitkan arus material dan energi yang berasal dari lingkungan. Sehingga industri yang menyebabkan percepatan aliran material dan energi dari sumbernya di ekosistem dapat mengancam kehidupan makhluk bumi, karena industri membuang emisi

ke udara, limbah cair dan padat, limbah beracun dan polusi lainnya yang masuk dalam ekosistem. Pada saat masuk ke dalam sistem rantai makanan, seperti logam berat, pestisida dan herbisida dalam produk pertanian, tentunya memiliki potensi yang dapat menimbulkan dampak buruk terhadap lingkungan serta makhluk hidup.

2.3.1 *Eco-Efficiency*

Menurut Hentschel (1993), konsep "*eco-efficiency*" didasari oleh sistem produksi yang berkelanjutan (*sustainable production system*) untuk menghasilkan sebuah produk. Produk industri hasil proses manufaktur tersebut didesain, diproduksi, didistribusi, dimanfaatkan dan kemudian dibuang sebagai sampah yang dapat meminimalkan dampak kerusakan terhadap lingkungan dan kesehatan serta dengan mengkonsumsi sumber daya alam seminimal mungkin. Dalam sistem manufaktur semacam ini akan diperoleh kinerja industri yang "*eco-efficiency*" *eco* dapat diartikan sebagai *ecological resources* serta *economic resources*. *Efficiency* berarti bagaimanaca cara yang tepat untuk menggunakan kedua *resources* tersebut secara optimal. Bisa juga diartikan secara ekologis aman dan secara ekonomis efisien (Popoff dan DeSimone, 1997).

Tolba (1992) menjelaskan bahwa lingkungan adalah sebuah konsep yang kompleks, dinamis serta disusun dari komponen yang interaktif. Pengetahuan manusia tentang komponen ini dan cara mereka berinteraksi diantara manusia, sumber daya alam dan lingkungan berkembang pesat menjadi sangat signifikan. Maka upaya manusia untuk bisa selaras dengan lingkungan dan sejahtera pada bumi memerlukan kesepakatan dan komitmen bersama yang melahirkan konsep "*sustainable development*".

2.3.2 *Sustainable Development*

Sustainable development diartikan sebagai pembangunan yang dapat menjawab kebutuhan dari generasi masa kini tanpa mengorbankan kemampuan dari generasi masa yang akan datang dalam memenuhi kebutuhannya (APO, 2001). Definisi tersebut mencakup penggunaan produk maupun jasa yang dapat memenuhi kebutuhan dasar serta meningkatkan kualitas hidup. Keseluruhan siklus hidup dari produk dan jasa tersebut harus dilandaskan pada efisiensi penggunaan sumber daya alam dan bahan-bahan berbahaya lainnya yang dapat menyebabkan emisi atau gas buang. Maka, konsep *Sustainable Development* berusaha memberikan isu baru mengenai pentingnya melestarikan lingkungan alam demi masa depan, yaitu generasi yang akan datang.

Skenario model dunia untuk evaluasi dampak dari pola konsumsi dunia yang dirancang oleh *The Club of Rome* (Meadows dkk, 1972) dan kemudian diperbarui oleh





Meadows dkk (1992) ini mensimulasikan dinamika perubahan dunia dengan memasukkan 2250 (dua ribu dua ratus lima puluh) variabel perubahan dengan simulasi sebanyak 90000 (sembilan puluh ribu) kali dan menghasilkan rekomendasi sebagai berikut :

1. Untuk mencegah penurunan *output* produksi makanan, energi dan produk industri, maka pertumbuhan permintaan material dan populasi penduduk bumi harus diturunkan, dalam saat yang bersamaan perlu peningkatan efisiensi penggunaan material dan energi.
2. Untuk mempertahankan kelestarian bumi perlu persyaratan kelayakan ekonomis dan teknis.

2.4 Metode *Green Productivity*

Green Productivity merupakan suatu metode yang dikembangkan oleh *Asian Productivity Organization* (APO) pada tahun 1994 bersamaan dengan KTT Dunia pada tahun 1992, dimana pembangunan ekonomi dan perlindungan lingkungan akan menjadi kunci strategi untuk pembangunan berkelanjutan. Pengembangan konsep *Green Productivity* dilakukan untuk menumbuhkan kesadaran masyarakat terhadap permasalahan lingkungan. Tujuan utama dari *Green Productivity* adalah untuk meningkatkan produktivitas dan sekaligus mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Berdasarkan APO (2006), konsep *Green Productivity* menyatukan tiga unsur untuk mencapai tujuannya, yaitu:

1. Lingkungan, diwakili oleh adanya *Sustainable Development*.
2. Profitabilitas, didefinisikan oleh faktor *input*.
3. Kualitas, disuarakan oleh pelanggan.

Konsep dasar *green productivity* diambil dari penggabungan dua hal penting dalam strategi pembangunan, yaitu perbaikan produktivitas dan perlindungan lingkungan.

Menurut Billatos (1997) ada empat tujuan umum *green productivity* dalam rangka meningkatkan kualitas lingkungan serta ekonomi produksi ketika diimplementasikan pada lantai produksi, yaitu:

1. Pengurangan limbah (*Waste Reduction*)
2. Manajemen material (*Material Management*)
3. Pencegahan polusi (*Pollution Prevention*)
4. Peningkatan nilai produk (*Product Enhancement*)

Sebagai konsep yang terintegrasi Menurut APO (2006), secara umum produktivitas merupakan perbandingan antara kepuasan atas kebutuhan dan pengorbanan yang dilakukan. Prinsip produktivitas sebagai konsep yang terintegrasi adalah sebagai berikut:

$$\text{Productivity} = \frac{\text{Output} \times \text{Satisfaction}}{\text{Input} \times \text{Sacrifice}} \quad (2-3)$$

Sumber: *Asian Productivity Organization* (2006)

Green Productivity merupakan suatu strategi untuk meningkatkan produktivitas perusahaan serta kinerja lingkungan secara bersamaan di dalam pengembangan sosial ekonomi secara keseluruhan. Metode *Green Productivity* mengaplikasikan teknik, teknologi dan sistem manajemen untuk menghasilkan barang maupun jasa secara bersamaan (APO, 2006).

Konsep *Green Productivity* merupakan strategi komprehensif yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas hidup secara keseluruhan dan bersamaan untuk keberlanjutan. Faktanya, bahwa ketika *Green Productivity* diaplikasikan, perusahaan akan mengalami perbaikan produktivitas melalui penurunan pengeluaran pada pengelolaan lingkungan, seperti pengurangan sumber daya, minimasi *waste*, pengurangan polusi dan produksi yang lebih baik. Dari sini, perusahaan dapat meningkatkan keuntungan dan melindungi lingkungan yang akan mengarah pada terjadinya *sustainable development*. Hal tersebut meliputi konsumsi produk dan jasa yang dapat memenuhi kebutuhan dasar manusia dan meningkatkan kualitas hidup. Keseluruhan siklus hidup dari produk ini harus berdasarkan pada minimasi dari penggunaan sumber-sumber daya alam dan zat-zat beracun yang dapat mengakibatkan emisi dan menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan. Gambar 2.2 menunjukkan definisi *Green Productivity*.



Gambar 2.2 Definisi *Green Productivity*

Sumber: *Asian Productivity Organization* (2006)

Tujuan utama *Asian Productivity Organization* (APO) adalah untuk menunjukkan

bahwa perlindungan terhadap lingkungan dan peningkatan terhadap produktivitas dapat diharmonisasikan, baik bagi perusahaan kecil maupun menengah, karena proses produksi seringkali mengakibatkan pembuangan material dan energi yang tentunya dapat memberikan dampak terhadap lingkungan. Bagian penting dari metodologi *green productivity* adalah pemeriksaan dan evaluasi ulang dari proses produksi untuk mereduksi beban lingkungan dan jalan terbaik menuju perbaikan produktivitas serta kualitas produk.

Pada awalnya metodologi *Green Productivity* dikembangkan untuk memecahkan masalah lingkungan dan teknis dalam industri manufaktur. Metodologi *Green Productivity* terus diperbaiki dan dikembangkan oleh APO berdasarkan prinsip-prinsip Kaizen dan siklus PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) untuk perbaikan kualitas. Metode *Green Productivity* dirumuskan dan dibuat lebih umum sehingga dapat diterapkan ke berbagai hal yang berhubungan dengan produktivitas dan lingkungan. Akibatnya, ada penekanan yang sangat kuat pada proses pembuatan metodologi yang digunakan.

Menurut APO (2006), Metodologi *Green Productivity* terdiri dari 6 tahapan, setiap tahapan dipecah menjadi 13 bagian yang akan membantu memahami bagaimana *Green Productivity* yang baik dapat diterapkan. Tabel 2.2 merupakan metodologi *Green Productivity*.

Tabel 2.2
Metodologi *Green Productivity*

Step I: Getting Started	
Task 1	<i>Team Formation</i>
Task 2	<i>Walk-Through Survey and information collection</i>
Step II: Planning	
Task 3	<i>Identification problem and causes</i>
Task 4	<i>Setting objective and targets</i>
Step III: Generation, Evaluation of Green Productivity Options	
Task 5	<i>Generation Green Productivity of options</i>
Task 6	<i>Screening, Evaluation and Prioritization of GP options</i>
Step IV: Implementation of Green Productivity Options	
Task 7	<i>Formulation of Green Productivity implementation plan</i>
Task 8	<i>Implementation of selected options</i>
Task 9	<i>Awareness building, training and developing competence</i>
Step V: Monitoring and Review	
Task 10	<i>Monitoring and evaluation of result</i>
Task 11	<i>Management review</i>
Step VI: Sustaining Green Productivity	
Task 12	<i>Incorporate changes</i>
Task 13	<i>Identify new / additional problem areas for continuous improvement</i>

Sumber: Asian Productivity Organization (2006)

Berikut merupakan penjelasan secara ringkas mengenai metodologi *Green Productivity*:

1. *Getting Started*

Tahap pertama dalam implementasi green productivity merupakan proses pengumpulan informasi utama dan proses identifikasi dari ruang lingkup permasalahan. Dimana proses ini perlu mendapatkan dukungan dari manajemen senior untuk memastikan bahwa sumber daya yang dimiliki perusahaan telah memadai demi kesuksesan penerapan Green Productivity. Oleh sebab itu diperlukan adanya tim tersendiri dalam penerapan Green Productivity. Terdapat 2 aktivitas utama pada tahap ini, yaitu:

a. Membentuk Tim *Green Productivity* (GP)

Tim GP bertanggungjawab untuk mengatur dan mengkoordinasikan keseluruhan program GP. Tim GP juga bertanggungjawab dalam mengidentifikasi dengan tepat agar mampu mengidentifikasi area-area yang potensial, mengembangkan solusi dan memfasilitasi dalam mengimplementasikan solusi *Green Productivity*.

b. *Walk through survey* dan mengumpulkan informasi

Walk through survey dilakukan untuk mengidentifikasi rangkaian proses produksi. Pada tahap ini ditentukan diagram alir untuk proses produksi. Kemudian tim GP harus mengetahui operasi-operasi yang menghasilkan *waste* termasuk estimasi atau perkiraan mengenai *waste* yang dihasilkan dari tiap-tiap proses yang berbeda. Berikut ini adalah *tools* yang dipergunakan beserta jenis data yang diperlukan:

- *Flowchart*

Merupakan diagram yang menjelaskan tentang aktivitas yang berkelanjutan seperti pengumpulan informasi, analisis, operasi dan membuat keputusan. Dalam kerja GP ini *flowchart* digunakan untuk mengidentifikasi proses produksi mulai bahan jadi sampai siap dipasarkan.

- *Material Balance*

Berfungsi untuk proses evaluasi kualitatif terhadap material *input* dan *output*. Data yang diperlukan antara lain:

1. Jumlah bahan baku.
2. Jumlah material pendukung.
3. Jumlah sisa hasil produksi.

Prinsip dasar dari *material balance* untuk sebuah sistem produksi adalah sebagai berikut:

$$\text{Material} = \text{Produk} + \text{Waste} \quad (2-4)$$

Sumber: *Asian Productivity Organization* (2006)

Keterangan:

- *Input* material meliputi raw material, bahan kimia, energi dll.



- Produk adalah *output* akhir yang baik dari proses produksi pabrik.

- *Waste* meliputi limbah padat, limbah cair, limbah panas, produk cacat, dan sebagainya.

2. *Planning*

Terdapat 2 langkah utama dalam tahap *planning* atau perencanaanyaitu sebagai berikut:

a. Identifikasi masalah dan penyebabnya

Data dan informasi yang didapatkan dari proses *walk through survey* kemudian digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan dan penyebabnya. Hal ini dilakukan dalam tahap *planning* ini, dimana *tools* yang digunakan adalah *brainstorming* dan diagram sebab akibat (*cause effect diagram*) atau biasa disebut *Fishbone Diagram*.

- *Brainstorming*

Merupakan *tool* yang sering digunakan untuk memunculkan ide-ide dimana dilakukan pertukaran pikiran atau ide. Alat ini digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab suatu permasalahan atau untuk menemukan solusi dari permasalahan tersebut.

- Diagram sebab akibat (*cause effect diagram*)

Diagram sebab akibat adalah suatu *tool*terstruktur yang memungkinkan dilakukan suatu analisis lebih rinci dalam upaya menemukan penyebab-penyebab suatu kesenjangan, ketidaksesuaian, dan masalah yang ada. Bentuk umum diagram sebab akibat ditunjukkan dengan rangka menyerupai rangka tulang ikan.

b. Menentukan tujuan dan target

Setelah akar permasalahan dan penyebabnya diketahui, maka selanjutnya ditentukan tujuan dan target yang ingin dicapai perusahaan sebagai acuan bagi tim GP untuk melakukan pemilihan alternatif untuk mengurangi penyebab permasalahan. Prinsip-prinsip yang harus diperhatikan antara lain adalah:

- Tujuan harus didasarkan pada masalah yang telah teridentifikasi

- Tujuan mungkin akan menghasilkan lebih dari satu target

- Target yang diinginkan harus sesuai dengan kebutuhan

- Harus ada indikator yang dipakai untuk mengetahui pencapaian target dan tujuan dalam suatu satuan waktu

Tujuan dan target diatur dalam ruang lingkup masalah. Angka produktivitas dan Indikator Performasi Lingkungan (EPI) juga diidentifikasi pada tahap ini.



Disamping itu, untuk mengurangi unsur subyektifitas dalam mengidentifikasi kriteria *input* EPI harus dilakukan penyebaran kuisioner dan studi literatur.

3. *Generation And Evaluation*

Tahapan ini memiliki 2 langkah utama yaitu sebagai berikut:

a. Menyusun alternatif-alternatif GP

Langkah ini sangat krusial sekaligus memerlukan kreativitas yang tinggi untuk menemukan metode-metode yang memungkinkan untuk meningkatkan produktivitas. Dalam hal ini, proses brainstorming akan sangat membantu untuk menciptakan ide-ide perbaikan.

b. *Screening, evaluation* dan *prioritization* dari alternatif-alternatif GP

Di saat alternatif-alternatif GP telah teridentifikasi, maka tim akan memilih dan memprioritaskan alternatif yang paling memungkinkan. Alternatif tersebut diuji kelayakannya baik secara teknis maupun secara finansial. Salah satu metode yang digunakan dalam pemilihan alternatif solusi adalah metode *annual worth* (metode deret seragam). Pengertian metode *Annual Worth* dalam metode berarti semua aliran kas yang terjadi selama horizon perencanaan dikonversikan ke dalam deret seragam dengan tingkat bunga sebesar MARR (Pujawan, 2004). Akan lebih mudah kalau perhitungan deret seragam dilakukan dari $P(\text{present})$, sehingga berlaku hubungan:

$$A(i) = p(i)(A/P, i\%, N). \therefore A = A_{\text{benefit}} - A_{\text{cost}} \quad (2-5)$$

Sumber: Pujawan (2004)

Keterangan:

A = Nilai Deret Seragam

$P(i)$ = Jumlah Nilai Uang Sekarang

$i\%$ = Tingkat Bunga

N = Perencanaan Horizontal (*Horizon Planning*)

Bila alternatif-alternatif yang dibandingkan bersifat *mutually exclusive*, maka dipilih adalah alternatif yang memiliki deret seragam yang terbesar. Bila aliran kas hanya terdiri atas biaya, dipilih adalah alternatif yang membutuhkan biaya paling kecil.

4. *Implementation of Green Productivity Options*

Terdapat beberapa langkah-langkah dalam mengimplementasikan alternatif solusi dari GP, yaitu sebagai berikut:

a. Perumusan rencana implementasi GP

Perencanaan implementasi ini merupakan detail kegiatan yang akan dilakukan,

batasan waktu pelaksanaan, dan personel yang akan terlibat didalamnya yang akan menjamin proses implementasi berlangsung dengan baik.

b. Mengimplementasikan Alternatif terpilih

Jika segala hal dalam tahap perencanaan telah dilakukan dengan baik, maka tim GP dapat melaksanakan solusi terpilih secara simultan.

c. Pelatihan, *awarness building*, dan mengembangkan kompetensi

Untuk dapat menjamin pelaksanaan solusi terpilih, maka perlu dilakukan pelatihan bagi tenaga kerja untuk memberikan gambaran mengenai konsep GP serta mengerti peran serta masing-masing.

5. *Monitoring and Review*

Pada tahapan ini dilakukan beberapa aktivitas seperti berikut:

a. Memonitor dan mengevaluasi hasil

Kinerja dari solusi yang dilaksanakan harus dimonitor agar dapat dibandingkan dengan target dan tujuan yang telah ditentukan pada tahap awal, sehingga pihak manajemen dapat melakukan perbaikan-perbaikan yang diperlukan untuk meminimalkan penyimpangan.

b. Ulasan Manajemen

Hal ini dilakukan untuk menentukan apakah seluruh metodologi GP ini dilaksanakan dengan efektif. Ulasan tersebut meliputi: efektifitas pelaksanaan GP, *benefit* yang diperoleh, *cost savings* yang dicapai, kesulitan-kesulitan yang dihadapi selama pelaksanaan dan identifikasi untuk perbaikan selanjutnya.

6. *Sustaining Green Productivity*

Dalam tahapan ini terdapat dua hal pokok yang harus dilakukan, yaitu:

a. Memasukkan Perubahan

Menggabungkan perubahan-perubahan dalam sistem manajemen organisasi GP harus diintegrasikan menjadi bagian-bagian dari manajemen harian. Tim GP harus membentuk sistem terstruktur sehingga sistem tersebut berjalan efektif, maka perluterus memperbarui kebijakan, target, tujuan, dan prosedur saat diperlukan.

b. Identifikasi permasalahan baru untuk perbaikan terus-menerus

Saat siklus pertama selesai dilakukan maka permasalahan dapat muncul karena beberapa faktor, antara lain perubahan harga dan ketersediaan resources, kompetisi baru, adanya produk dan pasar baru, dan sebagainya. Oleh sebab itu akan ada



kesempatan baru dalam perbaikan produktivitas dan penurunan dampak limbah.

2.4.1 Manfaat Implementasi *Green Productivity*

Menurut APO (2001), Penerapan green productivity akan memberikan manfaat jangka menengah dan jangka panjang bagi semua pihak pemangku jabatan (*stakeholder*), antara lain:

1. Bagi perusahaan
 - a. Penurunan waste dengan adanya efisiensi penggunaan sumber daya
 - b. Penurunan biaya operasi dan biaya pengolahan lingkungan
 - c. Pengurangan atau bahkan eliminasi dari hutang-hutang jangka panjang
 - d. Peningkatan produktivitas
 - e. Mendukung regulasi pemerintah
 - f. Pandangan yang lebih baik dimata masyarakat
 - g. Meningkatkan keuntungan bersaing
 - h. Meningkatkan profit dan pangsa pasar
2. Bagi karyawan:
 - a. Meningkatkan partisipasi para pekerja
 - b. Meningkatkan kesehatan lebih baik
 - c. Kualitas kerja lebih baik
3. Bagi konsumen:
 - a. Produk dan jasa memiliki kualitas tringgi
 - b. Tingkat harga yang terjangkau
 - c. Pengiriman barang tepat waktu

2.5 Limbah

Limbah merupakan hasil sampingan oleh proses produksi yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena tidak mempunyai nilai ekonomi. Terdapat berbagai bahan pencemar yang bersifat racun dan berbahaya dalam kandungan limbah. Bahan tersebut dirumuskan sebagai bahan dalam jumlah relatif sedikit tapi memiliki potensi mencemarkan/merusakkan lingkungan kehidupan dan sumber daya.

Kehadiran limbah yang bersumber dari pabrik industri yang tentunya cukup mengkhawatirkan. Adanya batasan kadar dan jumlah bahan beracun dan berbahaya pada suatu ruang dan waktu tertentu, artinya dalam jumlah tersebut masih dapat ditoleransi oleh lingkungan sehingga tidak membahayakan lingkungan sekitar ataupun pemakai yang



biasanya dikenal dengan istilah nilai baku mutu. Oleh karena itu, tiap jenis bahan beracun dan berbahaya telah ditetapkan nilai baku mutunya. Tingkat bahaya keracunan yang disebabkan oleh limbah tergantung pada karakteristik dan jeninya baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Dalam jangka waktu relatif singkat tidak memberikan pengaruh yang signifikan, akan tapi dalam jangka panjanghal tersebut berpotensi cukup fatal bagi lingkungan. Dibutuhkan perumusan akibat-akibat yang mungkin timbul untuk dilakukannya pencegahan serta penanggulangan pada suatu jangka waktu yang panjang. Dengan jumlah dan konsentrasi tertentu, keberadaan limbah dapat berdampak negatif terhadap lingkungan terutama bagi kesehatan manusia. Sehingga jika melihat pada karakteristik, sifat, dan akibat yang ditimbulkan limbah pada saat iniataupun kedepandibutuhkanaksi pencegahan, pengelolaan dan penanggulangan(Ginting, 1992).

2.5.1 Parameter Limbah Cair Industri Tekstil

Limbah cair batik yang terdiri dari sisa pencucian, sisa air ngloyor, sisa pewarnaan, sisa ngesol, dan sisa nglorot akan diukur parameternya untuk mengetahui tingkat pencemaran yang ditimbulkan. Sebelum pengukuran dilakukan, paramater limbah cair yang digunakan dalam penelitian ini adalah BOD, COD, TSS, Phenol, CR Total, Amonia, Sulfida, Minyak atau Lemak, dan pHberdasarkan peraturan pemerintah tentang limbah cair industri. Berikut merupakan masing-masing penjelasan mengenai parameter limbah cari industri tekstil:

1. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD merupakan parameter pengukuran jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk mengurai hampir semua zat organik yang terlarut dan tersuspensi dalam air buangan, dinyatakan dengan BOD5 hari pada suhu 20 °C dalam mg/liter atau ppm.

Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran terhadap air buangan domestik atau industri juga untuk mendesain sistem pengolahan limbah biologis bagi air tercemar. Penguraian zat organik adalah peristiwa alamiah, jika suatu badan air tercemar oleh zat organik maka bakteri akan dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam air selama proses *biodegradable* berlangsung, sehingga dapat mengakibatkan kematian pada biota air dan keadaan pada badan air dapat menjadi anaerobik yang ditandai dengan timbulnya bau busuk.

2. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang terdapat dalam limbah cair dengan memanfaatkan oksidator kalium dikromat sebagai sumber oksigen. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat



organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses biologis dan dapat menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air.

3. TSS (*Total Suspended Solid*)

Zat yang tersuspensi biasanya terdiri dari zat anorganik maupun organik yang melayang dalam air, secara fisika zat ini menyebabkan kekeruhan pada air. Limbah cair yang mempunyai kandungan zat tersuspensi tinggi tidak baik jika dibuang langsung ke air karena dapat menyebabkan pendangkalan serta dapat menghalangi sinar matahari masuk kedalam dasar air yang menghambat proses fotosintesa oleh mikroorganisme. *Total Suspended Solid* atau padatan tersuspensi total (TSS) adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal 2 μ m atau lebih besar dari ukuran partikel koloid. Beberapa jenis padatan yang termasuk TSS adalah lumpur, tanah liat, logam oksida, sulfida, ganggang, bakteri dan jamur.

4. Fenol

Fenol merupakan polutan aromatik berbahaya yang dapat ditemukan dalam limbah, antara lain dari instalasi kimia, bengkel logam, rumah sakit, industri tekstil, pewarna, kilang minyak, dan farmasetikal (Al-Thani dkk, 2007). Fenol diketahui dapat mengganggu kesehatan dan dapat terabsorpsi tubuh melalui kontak dengan kulit, pernafasan dan pencernaan. Efek yang ditimbulkan dapat berupa chemical burn pada lokasi terjadinya kontak dengan fenol, keracunan sistemik, toksisitas reproduktif, dan dapat memicu tumor. Mengingat bahaya yang dapat ditimbulkannya, maka diperlukan suatu pengolahan limbah untuk menurunkan kandungan senyawa fenol dan turunannya. Pengolahan limbah cair dapat menggunakan metode fisika, kimia, maupun biologi. Alternatif solusi yang murah dan ramah lingkungan dengan pengolahan limbah secara biologi (bioremediasi) akan meminimasi dihasilkannya produk samping bahkan dapat mendegradasi polutan secara keseluruhan atau setidaknya dapat mengubahnya menjadi bahan yang tidak berbahaya (Al-Thani, 2007).

5. Krom (Cr)

Kromium (Cr) merupakan jenis logam berat yang esensial bagi tubuh. Kromium dibutuhkan tubuh untuk metabolisme hormon insulin dan pengaturan kadar gula darah. Akan tetapi dapat bersifat toksik dalam jumlah yang sangat tinggi. Menurut Widowati dkk (2008) selain bersifat toksik kromium juga bersifat karsinogenik atau dapat menyebabkan kanker. Masuknya logam Cr kedalam strata lingkungan salah satunya adalah akibat adanya sisa kegiatan atau limbah perindustrian (Palar, 1994).



6. Amonia

Semakin tinggi kandungan $\text{NH}_3\text{-N}$ dalam cairan limbah akan menyebabkan keracunan pada biota air. Oleh karena itu, parameter ini termasuk dalam spesifikasi mutu limbah. Dalam hal ini aktifitas mikroba terhambat untuk proses oksidasi pada kondisi aerobik.

Menurut Naibaho (1998), minyak tersebut dapat dihilangkan saat proses netralisasi dengan penambahan NaOH dan membentuk sabun atau “*scum*” pada permukaan limbah. Amonia (NH_3) dan garam-garamnya bersifat mudah larut dalam air. Transisi dari amoniamerupakan bentuk ion amonium. Amonia banyak digunakan dalam proses produksi urea, industri bahan kimia (asam nitrat, amonium fosfat, amonium nitrat, dan amonium sulfat), serta industri bubur kertas dan kertas (*pulp* dan *paper*). Sumber amonia di perairan adalah pemecahan nitrogen organik (protein dan urea) dan nitrogen anorganik yang terdapat di dalam tanah dan air, yang berasal dari dekomposisi bahan organik (tumbuhan dan biota akuatik yang telah mati) oleh mikroba dan jamur. amonifikasi nitrifikasi Amonia yang terukur diperairan berupa amonia total (NH_3 dan NH_4^+). Amonia bebas tidak dapat terionisasi, sedangkan amonium (NH_4^+) dapat terionisasi. Persentase amonia bebas dapat meningkat seiring dengan meningkatnya nilai pH dan suhu perairan. Ionisasi akan dialami amonia pada larutan dengan pH 7 atau kurang. Sebaiknya, pada pH lebih besar dari 7, amonia tidak terionisasi sehingga dapat bersifat toksik dalam jumlah yang lebih besar.

7. Sulfida

Sulfida merupakan gas asam belerang. Pada air limbah, sulfida (S) merupakan hasil pembusukan zat organik berupa hidrogen sulfida (H_2S). Hidrogen sulfida yang diproduksi oleh mikroorganisme pembusuk dari zat-zat organik bersifat racun terhadap ganggang dan mikroorganisme lainnya, tetapi sebaliknya hidrogen sulfida dapat digunakan oleh bakteri fotosintetik sebagai donor elektron/hidrogen untuk mereduksi karbondioksida (CO_2). Hasil pembusukan zat-zat organik tersebut menimbulkan bau busuk yang tidak menyenangkan pada lingkungan sekitarnya. (Purba, 2009). Dalam proses industri, keberadaan sulfida dalam bentuk hidrogen sulfida sangat mengganggu karena dapat menyebabkan kerusakan pada beton-beton dan juga menyebabkan berkaratnya logam-logam (pipa penyaluran). Penetapan sulfida bertujuan untuk menganalisa gas asam belerang dalam air limbah yang terjadi dari proses penguraian zat-zat organik (senyawa belerang) penyebab timbulnya bau busuk pada perairan (Mahida, 1984).

8. Minyak dan Lemak

Minyak lemak termasuk salah satu anggota golongan lipid yaitu merupakan lipid netral (Ketaren, 1986). Emulsi air dalam minyak terbentuk jika *droplet-droplet* air ditutupi oleh lapisan minyak dimana sebagian besar emulsi minyak tersebut akan mengalami degradasi melalui foto oksidasi spontan dan oksidasi oleh mikroorganisme (Fardiaz, 1992). Lemak termasuk senyawa organik yang cenderung stabil dan sulit diuraikan oleh bakteri. Perombakan lemak dapat dilakukan oleh senyawa asam yang menghasilkan asam lemak dan gliserin. Pada keadaan basa, gliserin akan dibebaskan dan dari asam lemak akan terbentuk garam basa (Manik, 2003). Limbah industri tekstil yang dibuang melalui saluran air limbah akan menyumbangkan lemak dari sisa pencelupan yang dihasilkan dari reaksi dengan predominan kation dalam air limbah (Loehr dan de Navarra, 1969). Apabila minyak/lemak tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan maka akan membentuk gumpalan selaput. Minyak akan membentuk ester dan alkohol atau gliserol dengan asam lemak. Gliseril dari asam lemak dalam fase padat maka dikenal dengan nama lemak, sedangkan apabila dalam fase cair disebut minyak (Sugihato, 1987). Efek buruk dari minyak dan lemak adalah menimbulkan permasalahan pada saluran air limbah dan bangunan-pengolah air limbah. Bahan buangan berminyak yang dibuang ke air lingkungan akan mengapung menutupi permukaan air.

9. pH (*Potential Hydrogen*)

pH merupakan sebuah istilah yang digunakan secara universal untuk menyatakan intensitas keasaman atau alkalinitas suatu larutan. pH menunjukkan kadar asam atau basa suatu larutan melalui konsentrasi (sebetulnya aktivitas) ion hidrogen H^+ . Ion hidrogen merupakan faktor utama untuk mengerti aktivitas kimiawi dalam ilmu teknik. Peranan ion hidrogen tidak penting kalau zat pelarut bukan air melainkan molekul organik seperti alkohol, bensin (hidrokarbon) dan lain-lain. Dalam air murni konsentrasi $[H^+]$ sama dengan konsentrasi $[OH^-]$ atau $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$ (Alaerts dan Santika, 1987). Air normal yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan mempunyai pH sekitar 6,5-7,5. Air akan bersifat asam atau basa bergantung pada besar kecilnya nilai pH. Air akan bersifat saman jika pH dibawah pH normal, sedangkan air akan bersifat basa jika memiliki nilai pH diatas pH normal. Air limbah dan bahan buangan industri akan mengubah pH air yang akhirnya akan mengganggu kehidupan biota akuatik.

2.6 Kinerja Lingkungan

Kinerja lingkungan merupakan hasil dapat diukur dari sistem manajemen lingkungan, yang terkait dengan kontrol aspek – aspek lingkungannya. Pengkajian kinerja lingkungan didasarkan pada kebijakan lingkungan, sasaran lingkungan dan target lingkungan (ISO 14004, dari ISO 14001 oleh Sturm dan Upasena, 1998). Menurut Suratno (2006), Kinerja lingkungan adalah seberapa kemampuan sebuah perusahaan untuk menciptakan lingkungan yang hijau (*green*). Kinerja lingkungan merupakan salah satu langkah penting perusahaan dalam meraih kesuksesan bisnis. Kinerja lingkungan adalah hasil yang dapat diukur melalui system manajemen lingkungan yang didasarkan pada kebijakan lingkungan, sasaran lingkungan dan target lingkungan (Purwanto, 2000). Sistem Manajemen Lingkungan (SML) memiliki standar yang mendefinisikan sebuah sistem yang dapat membantu perusahaan untuk mencapai kinerja lingkungan yang lebih baik (Sturm dan Upasena, 1998). Jenis indikator kinerja lingkungan dibagi menjadi dua yaitu:

1. Indikator *lagging* adalah ukuran kinerja *end process*, yang mengukur *output* hasil proses seperti jumlah limbah yang dikeluarkan.
2. Indikator *leading* adalah ukuran kinerja *in process*, yang mengukur faktor apa saja yang diharapkan dapat membawa perubahan bagi kinerja lingkungan.

Terdapat dua jenis kinerja lingkungan yaitu kinerja lingkungan kuantitatif dan kinerja lingkungan kualitatif.

- a. Kinerja lingkungan kuantitatif adalah kinerja yang hasilnya berupa ukuran yang didasarkan pada data empiris dan hasilnya numerik yang menunjukkan karakteristik kinerja dalam bentuk fisik, keuangan dan bentuk lain, misalnya batas baku mutu limbah.
- b. Kinerja lingkungan kualitatif adalah kinerja yang hasilnya dapat diukur dari hal-hal yang terkait dengan ukuran aset non fisik seperti prosedur, proses inovasi, motivasi, dan semangat kerja yang dialami pelaku kegiatan dalam mewujudkan kebijakan lingkungan organisasi, sasaran dan target. Indikator kualitatif didasarkan pada oleh pandangan atau persepsi seseorang berdasarkan pengamatan dan penilaiannya terhadap sesuatu.

2.6.1 Environmental Performance Indicator (EPI)

Menurut Tyteca (1996), *Environmental Performance Indicator* (EPI) merupakan sebuah indikator lingkungan yang diperkirakan dapat merefleksikan berbagai dampak dari sebuah aktivitas pada lingkungan serta usaha untuk mereduksinya. Indikator dapat diartikan sebagai parameter atau jumlah terukur yang didasarkan pada jumlah yang diteliti atau

dihitung. EPI menggambarkan efisiensi lingkungan dari proses produksi dengan melibatkan jumlah *input* dan *output*. Secara umum indikator dapat dievaluasi dari dua kategori sesuai dengan ruang lingkupnya.

Kategori Fisik adalah menghubungkan performansi terhadap jumlah meterial *input* yang digunakan, aliran limbah, konsumsi energi, kualitas udara dan air. Kategori Finansial adalah meliputi penilaian keuangan terhadap dampak fisik atau aktivitas keseluruhan proses. Pada akhirnya, indikator performansi dapat menggabungkan indikator sistem, guna menggambarkan usaha perbaikan oleh sebuah unit proses untuk mengurai dampak lingkungannya. Indeks EPI dapat dihitung menggunakan rumusan:

$$\text{Indeks EPI Total} = \sum W_i \cdot P_i \quad (2-6)$$

Sumber: Singgih (2012)

Perhitungan indeks EPI dilakukan dengan mengalikan nilai penyimpangan antara standar baku mutu limbah cair industri dengan hasil analisis perusahaan dengan bobot dari masing - masing kriteria limbah yang diperoleh melalui penyebaran kuesioner (Singgih, 2012). Bobot yang dimaksud diatas adalah berdasarkan penyimpangan antara standar baku mutu limbah cair yang ditetapkan Kementerian Lingkungan Hidup dengan hasil analisa limbah pada perusahaan. Nilai P_i merupakan prosentase penyimpangan antara standar Baku Mutu dengan hasil analisa perusahaan.

$$P = \frac{\text{Standar} - \text{Analisa}}{\text{Standar}} \times 100\% \quad (2-7)$$

Sumber: Singgih (2012)

Kuisisioner ditujukan untuk responden yang ahli di bidang kimia lingkungan. Kuisisioner tersebut bertujuan mengidentifikasi tingkat bahaya masing-masing parameter terhadap dampak polusi atau pencemarannya terhadap lingkungan. Variabel di dalam kuisisioner mengikuti standar baku muku yang ditetapkan berdasarkan Kepmen LH No. 5 tahun 2014. Pembobotan hasil kuisisioner dapat dilakukan dengan perhitungan normalisasi dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk mengetahui tingkat bahaya tiap parameter. Skala penilaian berisi tingkat kepentingan (bobot) dengan menggunakan skala yang digunakan oleh Saaty (1993) yaitu 1-9, semakin besar nilainya, maka merepresentasikan semakin besar pulabahaya yang ditimbulkan terhadap lingkungan.

2.6.1.1 Kebijakan Lingkungan

Kebijakan lingkungan merupakan elemen dasar dari Sistem Manajemen Lingkungan (SML) dan menjadi payung penerapan serta penyempurnaan SML, dimana semua tindakan organisasi mengacu pada kebijakan lingkungan suatu organisasi. Kebijakan Lingkungan

merupakan penentu arah, prinsip dan tindakan organisasi secara menyeluruh yang dimulai sejak perencanaan strategis dan investasi sampai pelaksanaan operasional sehari-hari.

Pernyataan kebijakan lingkungan merepresentasikan komitmen manajemen puncak organisasi sebagai penanggungjawab tertinggi dalam organisasi. Komitmen manajemen puncak organisasi yang harus direfleksikan dalam Kebijakan Lingkungan agar memenuhi persyaratan standar SML ISO-14001 adalah:

- a. Mentaati peraturan perundang – undangan lingkungan yang berlaku dan persyaratan lain yang dapat diterapkan.
- b. Mencegah pencemaran.
- c. Memperbaiki/ menyempurnakan terus-menerus kinerja manajemen dan kinerja lingkungan.

Selain itu, persyaratan standar ISO-14001 juga mewajibkan Kebijakan Lingkungan organisasi sebagai berikut:

- a. Sesuai dengan kondisi alam, skala kegiatan dan dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh kegiatan, produk dan jasa dari organisasi.
- b. Menjadi kerangka dalam menetapkan dan mengkaji ulang tujuan dan sasaran lingkungan.
- c. Disosialisasikan kepada seluruh karyawan dan tersedia untuk masyarakat umum.

2.6.1.2 BakuMutu Limbah Cair Bagi Industri Tekstil

Berdasarkan Kepmen LH No. 5 tahun 2014, yang dimaksud dengan air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan/atau kegiatan yang berwujud cair. Sedangkan, yang dimaksud dengan baku mutu air limbah industri adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar yang keberadaannya masih dapat ditoleransi oleh lingkungan dalam air limbah industri yang kemudian akan dibuang atau dilepas ke perairan. Dalam peraturan ini juga disebutkan bahwa pengolahan air limbah terpadu adalah sistem pengolahan air limbah yang dilakukan secara bersama-sama sebelum dibuang ke air permukaan. Tabel 2.3 merupakan parameter yang dipersyaratkan BAPEDAL Berdasarkan Kepmen LH No. 5 tahun 2014.

Tabel 2.3
Baku Mutu Air Limbah Industri Tekstil

Parameter	Kadar Paling Tinggi
BOD	60 mg/L
COD	150 mg/L
TSS	50 mg/L
Fenol Total	0,5 mg/L
Kron Total (Cr)	1,0 mg/L
Amonia Total (NH ₃ -N)	8,0 mg/L

Sulfida (sebagai S)	0,3 mg/L
Minyak dan Lemak	3,0 mg/L
pH	6,0-9,0

Sumber: Kepmen LH No. 5 Tahun 2014

2.7 Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Analytical Hierarchy Process merupakan suatu model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. Model pendukung keputusan ini akan menguraikan masalah atau multi kriteria yang kompleks menjadi hierarki. Menurut Saaty (1993), hierarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur *multi level*. Pengambilan keputusan spasial yang seringkali menggunakan banyak parameter yang dihadapkan pada penentuan tingkat pengaruh tiap parameter. Pengambilan keputusan dapat dilakukan menggunakan pembobotan untuk setiap parameter berdasarkan nilai tertentu yang dapat dilihat dari seberapa besar bobot yang diberikan.

2.7.1 Tahapan Pembobotan Dengan *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Tujuan pembobotan tiap parameter adalah untuk mengekspresikan seberapa besar pengaruh suatu parameter terhadap parameter lainnya. Berikut merupakan Tahapan dalam pengambilan keputusan dengan AHP menurut Saaty (1993):

1. Mendeskripsikan permasalahan dan menentukan tujuan.

2. Memformulasikan hierarki dari permasalahan yang terjadi.

Masalah disusun dalam suatu hierarki yang diawali dengan tujuan umum, dilanjutkan dengan subtujuan-subtujuan, kriteria dan kemungkinan alternatif-alternatif pada tingkatan kriteria yang paling bawah.

3. Membuat matriks perbandingan berpasangan.

Dalam melakukan pembobotan, dapat digunakan beberapa metode antara lain dengan menentukan bobot sembarangan, membuat skala interval yang menentukan urutan setiap kriteria, atau dengan menggunakan perbandingan berpasangan sehingga tingkat kepentingan suatu kriteria relatif terhadap kriteria lain dapat dinyatakan dengan jelas.

Sekelompok pakar mengembangkan skala yang dapat mengilustrasikan suatu proses keputusan yang menghasilkan keputusan yang paling baik. Skala perbandingan berpasangan dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4

Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan

Intensitas Kepentingan	Keterangan	Penjelasan
1	Sama besar pengaruhnya/tingkat	Kedua elemen mempunyai pengaruh

	kepentingannya	yang sama besar terhadap tujuan
3	Sedikit lebih besar pengaruhnya/tingkat kepentingannya	Penilaian salah satu faktor sedikit lebih berpihak dibandingkan faktor pasangannya
5	Lebih besar pengaruhnya/tingkat kepentingannya	Penilaian salah satu faktor lebih kuat dibandingkan dengan pasangannya
7	Sangat lebih besar pengaruhnya/tingkat kepentingannya	Penilaian salah satu faktor sangat lebih kuat dan dominasinya terlihat dibandingkan pasangannya
9	Mutlak amat sangat lebih besar pengaruhnya/tingkat kepentingannya	Sangat jelas bahwa suatu faktor amat sangat penting dibandingkan pasangannya
2,4,6,8	Nilai-nilai pertimbangan nilai yang berdekatan	Nilai ini diberikan bila terdapat keraguan diantara dua penilaian yang berdekatan
Kebalikan (1/3, 1/5,...)	Jika untuk aktivitas i mendapat satu angka dibandingkan dengan aktivitas j, maka aktivitas j mempunyai nilai kebalikannya dibandingkan dengan i	

Sumber: Saaty (1993)

Perbandingan dilakukan berdasarkan “*judgement*” dari pengambil keputusan dengan menilai tingkat kepentingan suatu elemen dibandingkan elemen lainnya.

4. Menghitung rata-rata geometrik

Bila pengambil keputusan lebih dari satu orang maka dilakukan perhitungan yang dinamakan rata-rata geometrik (*geometric mean*). Rataan geometrik digunakan untuk mendapatkan hasil tunggal dari beberapa responden. Berikut adalah rumus *geometrical mean* untuk menghasilkan *input* atau *pairwise comparison*:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = x_1^{q_1} x_2^{q_2} \dots x_n^{q_n} \quad (2-8)$$

Untuk $q_1 + \dots + q_n = 1$, $q_k > 0$, $k = 1, \dots, n$

Sumber: Saaty (1993)

Dimana:

$f(x)$ = *geometric mean*

x_n = nilai yang diberikan setiap responden dalam perbandingan

q_n = bobot responden

5. Menentukan prioritas

Penyusunan prioritas dilakukan untuk tiap elemen masalah pada tingkat hirarki. Proses ini akan menghasilkan bobot atau kontribusi kriteria terhadap pencapaian tujuan.

Bobot prioritas diperoleh dengan menormalisasi matriks terlebih dahulu.

Normalisasi ini dilakukan dengan menjumlahkan elemen-elemen dalam satu kolom.

$$Z_j = \sum_{i=1}^n a_{ij}, \text{ untuk } j=1,2,\dots,n \quad (2-9)$$

Sumber: Saaty (1993)

dengan:

Z_j = jumlah dari elemen dalam kolom ke- j

Kemudian elemen-elemen pada matriks tersebut dibagi dengan Z_j dan diperoleh matriks normalisasi. Setelah dinormalisasi, elemen-elemen tersebut dijumlahkan menurut barisnya masing-masing, sehingga diperoleh prioritas yang menunjukkan bobot nilai dari kriteria yang terdapat pada matriks tersebut. Untuk mendapatkan vektor bobot, elemen masing-masing baris dihitung rata-ratanya. Secara matematis, elemen vektor bobot dapat ditulis sebagai berikut:

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{a_{ij}}{z_j}}{n} \text{ untuk } i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2-10)$$

Sumber: Saaty (1993)

6. Menghitung rasio konsistensi

Tujuan perhitungan rasio konsistensi adalah untuk melihat apakah nilai konsistensi sampai pada taraf tertentu, yaitu 10%. Terdapat kemungkinan terjadinya beberapa penyimpangan perbandingan berpasangan dalam kondisi nyata yang disebabkan oleh ketidakkonsistenan dalam preferensi seseorang. Suatu penilaian numerik mengenai bagaimana ketidakkonsistenan suatu evaluasi disebut rasio konsistensi (CR).

Jika perbandingan berpasangan telah lengkap, *eigen vector* dihitung dengan rumus:

$$A \cdot w_i \quad (2-11)$$

Sumber: Saaty (1993)

dengan:

A = matriks perbandingan berpasangan

w_i = vektor bobot

Penentuan nilai maksimum *eigen* (λ_{maks}) dihitung dengan rumus:

$$\lambda_{maks} = \frac{\sum \frac{A \cdot w_i}{w_i}}{n} \quad (2-12)$$

Sumber: Saaty (1993)

Indeks konsistensi (*consistency index/ CI*) menyatakan penyimpangan konsistensi dengan persamaan:

$$Consistency Index (CI) = (\lambda_{maks} - n) / (n - 1) \quad (2-13)$$

Sumber: Saaty (1993)

Dimana:

λ_{maks} = nilai maksimum *eigen* dari matriks perbandingan berpasangan $n \times n$

n = ukuran matriks/ jumlah item yang dibandingkan.

Perlu diketahui rasio yang dianggap baik untuk mengetahui apakah CI dengan besaran



tertentu sudah cukup baik atau tidak, yaitu apabila $CR \leq 0,1$. Perlu dilakukan penilaian ulang jika $CR > 0,1$. Rasio konsistensi diperoleh dengan perbandingan antara indeks konsistensi (CI) dengan satu nilai yang sesuai dari bilangan indeks konsistensi acak (*Random Index/ RI*) dengan persamaan:

$$\text{Consistency Ratio (CR)} = \frac{CI}{RI} \quad (2-14)$$

Sumber: Saaty (1993)

Nilai RI atau indeks konsistensi acak dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5
Random Index

Ukuran Matriks	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RI	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49	1,52	1,54

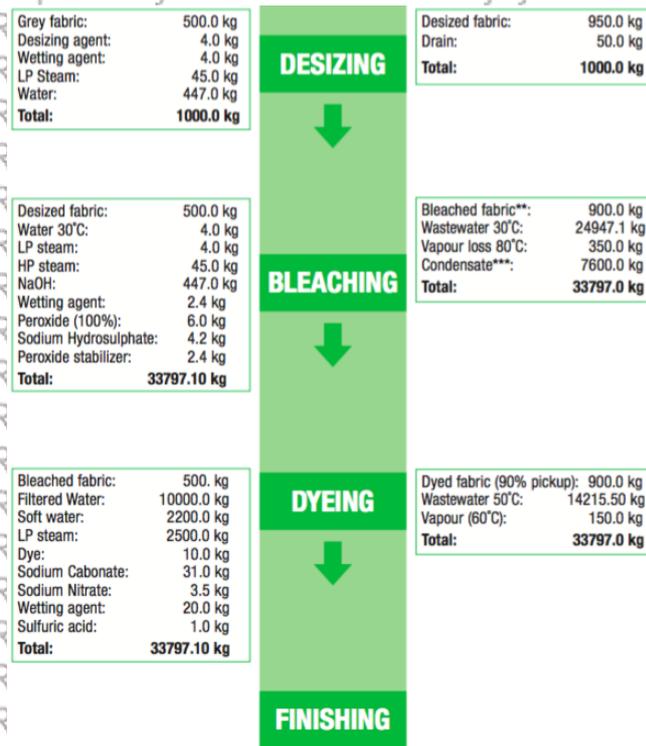
Sumber: Saaty (1993)

2.8 Flowchart Dan Process Flow Diagram

Flowchart merupakan metode grafis yang menggambarkan aktivitas atau proses pengambilan keputusan, dimana dalam semua tahapan dalam suatu proses pekerjaan saling dihubungkan (APO, 2006). Sedangkan *Process Flow Diagram* (PFD) merupakan sebuah *flowchart* untuk menyajikan proses dan urutan suatu industri (APO, 2006). *Process Flow Diagram* juga menggambarkan urutan aktifitas kerja dengan aliran material atau energi pada suatu proses. *Process Flow Diagram* ini dipersiapkan untuk kelengkapan data selama kegiatan *Walk Through Survey* berlangsung. *Input* proses mencakup bahan baku, bahan kimia, air, udara dan energi. *Output* meliputi produk sampingan, produk cacat, beserta limbah yang akan dibuang.

Process Flow Diagram harus menjelaskan hal-hal berikut:

1. Semua proses dan operasi harus dalam urutan yang tepat.
2. *Input* dan *output* untuk setiap tahap proses harus ditunjukkan secara jelas.
3. Detail pada setiap proses yang relevan atau data *monitoring* dapat ditampilkan di samping kotak.
4. Tempat pengukuran dan kontrol kualitas juga harus ditunjukkan.
5. Emisi yang ada dalam segala bentuk seperti udara, air juga padatan harus ditunjukkan dengan jelas.
6. Diagram alir terpisah mungkin harus dibuat untuk menunjukkan proses khusus.

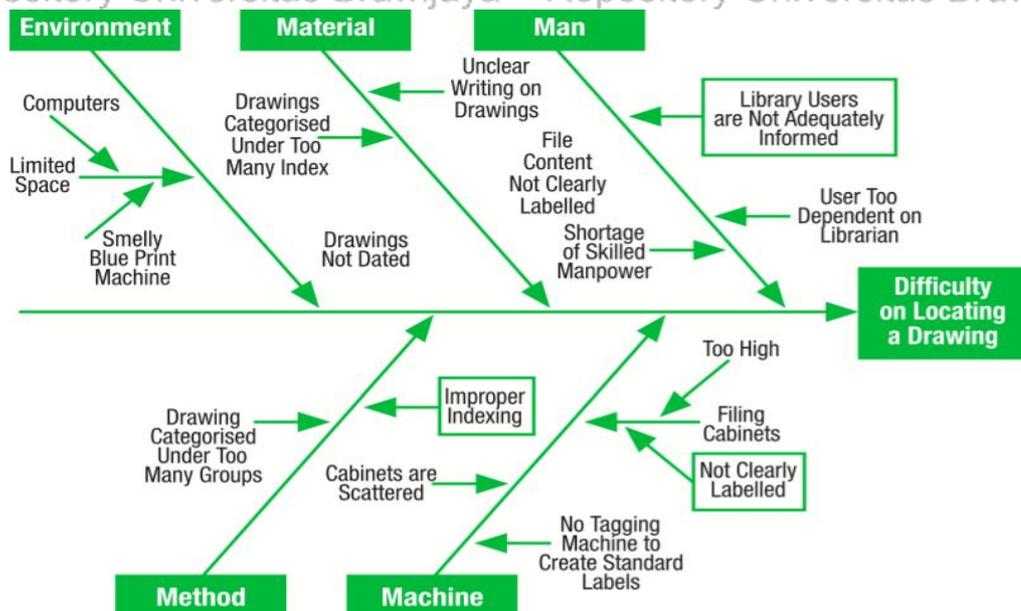


Gambar 2.3 Contoh Process Flow Diagram

Sumber : Asian Productivity Organization (2006)

2.9 Fishbone Diagram

Disebut *fishbone diagram* karena bentuknya menyerupai kerangka tulang ikan. Sering juga disebut *Cause and Effect Diagram* dan juga *Ishikawa Diagram* yang berasal dari nama penemunya, yaitu Dr. Kaoru Ishikawa yang merupakan ahli pengendalian kualitas dari Jepang. *Fishbone diagram* merupakan diagram yang terstruktur untuk merumuskan penyebab dari masalah dan hubungan sebab-akibat dari sebuah faktor penyebab serta permasalahan. *Fishbone diagram* akan mengidentifikasi berbagai penyebab potensial dari suatu masalah, kemudian dibutuhkan sesi *brainstorming* untuk menganalisis masalah tersebut. Masalah akan dipecah menjadi sejumlah kategori yang berkaitan mencakup material, mesin, manusia, kebijakan, prosedur, dan sebagainya. Sesi *brainstorming* diperlukan untuk memaparkan sebab-sebab dari setiap kategori. Selain itu juga *fishbone diagram* berguna untuk mengidentifikasi beberapa alternatif cara penyelesaian masalah.



Gambar 2.4 Fishbone Diagram
Sumber: Asian Productivity Organization (2006)

Langkah-langkah dalam pembuatan *Fishbone Diagram*:

1. Tuliskan permasalahan atau akibat yang akan dianalisis pada kepala (ujung paling kanan) diagram tulang ikan.
2. Tetapkan kategori penyebab yang sesuai dengan permasalahan yang dianalisis umumnya menggunakan kategori : 4M & 1E yaitu *Manpower* (Manusia), *Machine* (Mesin), *Method* (Metode), *Materials* (Bahan), *Money* (Uang), *Environment* (Lingkungan).
3. Identifikasi sebab-sebab yang mungkin terjadi disetiap kategori 4M & 1E di atas.
4. Identifikasi hubungan sebab akibat diantara faktor didalam setiap kategori dan sub kategori.
5. Buat diagram tulang ikan
 - a. Kategori utama menjadi tulang terbesar dari diagram tulang ikan.
 - b. Susun setiap penyebab dan sub penyebab di tulang yang lebih rendah (penyebab paling spesifik dituliskan ditulang terkecil). Sebab ini merupakan salah satu akar masalah.
6. Gunakan data atau lakukan konsensus untuk pemilihan beberapa akar penyebab masalah yang paling mungkin atau paling besar pengaruhnya terhadap terjadinya masalah
 - a. Pilih beberapa penyebab dari tulang kecil.
 - b. Penyebab tersebut ditandai dengan tanda bintang atau lingkaran.

c. Tindak lanjuti akar permasalahan ini.

2.103R (*Reduce, Reuse, And Recycle*)

Metode 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) merupakan suatu strategi untuk mencegah atau mengurangi dihasilkannya limbah yang terjadi akibat proses produksi. Penerapan 3R ini dilakukan berdasarkan alternative yang dipilih untuk diimplementasikan (KLH, 2003).

1. *Reduce* (Pengurangan) merupakan upaya untuk menurunkan atau mengurangi timbulnya limbah pada sumbernya.

Contoh: Menghindari pemakaian zat kimia sintetis sebagai bahan baku untuk produksi.

2. *Reuse* (Penggunaan Kembali) merupakan upaya penggunaan limbah untuk digunakan kembali tanpa proses pengolahan atau perlakuan fisika, kimia, dan biologi.

Contoh: Penggunaan kembali kemasan untuk kegiatan yang sama atau kegiatan lainnya.

3. *Recycle* (Daur Ulang) merupakan upaya pemanfaatan limbah dengan cara proses daur ulang melalui pengolahan kimia, biologi, maupun fisika.

Contoh: Pengolahan kembali limbah cair dengan cara koagulasi untuk menghasilkan limbah cair yang lebih jernih.



BAB III METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah tahap yang harus ditetapkan sebelum penelitian dimulai. Hasil penelitian tidak pernah dimaksudkan untuk memecahkan masalah secara langsung dalam perusahaan, namun merupakan salah satu usaha dari pemecahan masalah yang lebih besar. Pada bab ini akan dijelaskan terkait dengan tahap-tahap atau langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian sehingga tujuan penelitian dapat dicapai.

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk kedalam jenis penelitian deskriptif yaitu penelitian yang dilakukan dengan meneliti analisa pekerjaan dan aktifitas pada suatu objek. Pada penelitian deskriptif ini, pengumpulan data didapatkan dari penelitian kepustakaan dan penelitian lapangan yang berupa wawancara ataupun pengamatan langsung terhadap keadaan yang sebenarnya terjadi pada perusahaan. Penelitian ini juga menggunakan pendekatan kuantitatif untuk menghitung tingkat produktivitas dan kinerja lingkungan.

3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Batik Blimbing Malang yang terletak di Jalan Candi Jago no. 6, Kecamatan Blimbing, Kota Malang, Jawa Timur. Waktu penelitian dilaksanakan mulai bulan Desember 2016 sampai dengan bulan Mei 2017.

3.3 Langkah-Langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian merupakan suatu tahapan kegiatan yang dilakukan dalam penelitian yang tersusun secara berurutan dan sistematis. Langkah-langkah dalam penelitian ini dibagi menjadi 4 tahap, yaitu tahap pendahuluan, tahap pengumpulan dan pengolahan data, tahap analisa dan pembahasan, serta tahap kesimpulan dan saran. Berikut ini adalah tahapan penelitian yang dilakukan pada penelitian ini.

3.3.1 Tahap Pendahuluan

Langkah-langkah pada tahap pendahuluan adalah sebagai berikut:

1. Studi Lapangan

Studi lapangan berupa *Walk Through Survey* yang merupakan langkah awal untuk memulai *Green Productivity*. Studi lapangan bertujuan untuk mengetahui kondisi sebenarnya pada perusahaan dan mendapatkan informasi mengenai semua hal yang berkaitan dengan penelitian ini. Peneliti melakukan pengamatan secara langsung ke perusahaan sehingga peneliti dapat mengetahui permasalahan yang terjadi pada Batik Blimbing Malang.

2. Studi Literatur

Studi literatur merupakan langkah dalam mempelajari teori dan ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan permasalahan yang ada di lapangan, yaitu mengenai *Green Productivity*, *Environmental Performance Indicator*, *Waste*, dan lainnya. Pada tahap ini dilakukan perumusan kerangka teori yang dapat menunjang penelitian baik dari artikel, buku, jurnal, internet, dan studi penelitian terdahulu.

3. Identifikasi Masalah

Peneliti melakukan identifikasi masalah dan mencari penyebab timbulnya masalah dalam perusahaan.

4. Perumusan Masalah

Peneliti merumuskan masalah yang ada di lapangan. Perumusan masalah digunakan untuk menentukan tujuan dari penelitian serta memudahkan dalam menentukan metode dalam penelitian.

5. Penentuan Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ditentukan berdasarkan rumusan masalah yang telah didapat dari identifikasi masalah. Penentuan tujuan penelitian ditujukan untuk menetapkan batasan untuk penelitian ini dan memudahkan dalam mengetahui metode untuk pengolahan dan analisis data.

3.3.2 Tahap Pengumpulan Dan Pengolahan Data

Langkah-langkah pada tahap pengumpulan dan pengolahan data adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data

Dalam tahap ini, pengumpulan data dapat diartikan sebagai kegiatan untuk mendapatkan informasi mengenai hal-hal yang dapat mendukung kegiatan penelitian ini. Pengumpulan data dapat dilakukan dengan studi pustaka, observasi, melakukan wawancara, dan lainnya. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Adapun data primer yang diperlukan untuk penelitian ini

adalah data proses produksi, *process flow diagram*, analisa kandungan zat kimia pada limbah cair, dan data kuesioner untuk mendapatkan bobot masing-masing parameter serta data-data yang berkaitan dengan pengelolaan limbah cair untuk industri tekstil. Sedangkan data sekunder pada penelitian ini adalah data *input* berupa biaya bahan baku, tenaga kerja dan penggunaan energi, data *output* berupa hasil produksi, baku mutu limbah cair dan juga dokumen-dokumen perusahaan untuk mengetahui gambaran perusahaan serta data lainnya yang berasal dari literatur lainnya.

2. Pengolahan Data

Setelah mengumpulkan data yang dibutuhkan, tahap selanjutnya adalah melakukan pengolahan data yang telah dikumpulkan. Tahapan pengolahan data meliputi:

a. Perhitungan Produktivitas

Pada tahap ini dilakukan pengukuran produktivitas dengan membagi *output* yang berupa hasil produksi dengan *input* yang berupa biaya bahan baku, biaya tenaga kerja, biaya penggunaan energi serta biaya lainnya yang berkaitan dengan produksi.

Tujuan tahap ini adalah untuk mengetahui tingkat produktivitas yang telah dihasilkan perusahaan selama ini. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung tingkat produktivitas.

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output Total}}{\text{Input Total}} \quad (3-1)$$

Sumber: Heizer dan Render (2005)

b. Perhitungan *Environmental Performance Indicator* (EPI)

Indeks EPI diperoleh dengan mengalikan bobot dari kuesioner dengan presentasi penyimpangan antara standar baku mutu limbah cair bagi industri tekstil yang telah ditetapkan berdasarkan Kepmen LH No. 5 tahun 2014. Penentuan bobot masing-masing parameter diperoleh dengan membandingkan tingkat bahaya antar parameter atau yang disebut perbandingan berpasangan. Kuesioner disebarkan kepada pekerja di Laboratorium Kualitas Air Jasa Tirta 1 yang dianggap memiliki kompetensi dalam bidang kimia lingkungan, sehingga mengetahui tingkat bahaya yang disebabkan oleh masing-masing parameter limbah cair untuk menjamin kevalidan data guna dipakai pada perhitungan selanjutnya. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk perhitungan indeks EPI.

$$\text{Penyimpangan} = \frac{(\text{Standar} - \text{Analisa})}{\text{Standar}} \times 100\% \quad (3-2)$$

$$\text{Indeks EPI} = W_i (\text{Bobot}) \times P_i (\text{Penyimpangan}) \quad (3-3)$$

Sumber: Singgih (2012)

c. Identifikasi Masalah dan Penyebab

Informasi yang diperoleh dari *Walk Through Survey* yang bersumber dari pihak Batik Blimbing Malang digunakan sebagai landasan identifikasi permasalahan yang berkaitan dengan produktivitas serta informasi dari pihak responden penelitian digunakan untuk memperdalam dampak lingkungan yang ditimbulkan serta penyebabnya yang berkaitan dengan kinerja lingkungan. Kemudian informasi tersebut juga digunakan untuk mengetahui efisiensi dari sumber daya atau *input* yang digunakan sehingga dapat dilakukan perbaikan kedepannya.

d. Penentuan Tujuan dan Target

Setelah mengetahui akar masalah, selanjutnya dapat ditentukan tujuan dan target yang ingin dicapai oleh perusahaan yang berkaitan dengan tujuan *Green Productivity* yaitu mengukur tingkat produktivitas dan juga mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan untuk meningkatkan produktivitas.

e. Penyusunan Alternatif Solusi

Tahap ini dilakukan dengan cara mengembangkan beberapa alternatif solusi untuk menyelesaikan permasalahan yang bertujuan untuk optimalisasi penggunaan sumber daya. Salah satu *tool* yang digunakan pada tahap ini adalah *brainstorming* untuk mengembangkan ide-ide perbaikan masalah.

f. Pemilihan Alternatif Solusi dengan Metode Deret Seragam

Setelah mengidentifikasi dan memperoleh pilihan alternatif solusi, kemudian masing-masing alternatif dibandingkan dari segi finansial menggunakan metode deret seragam. Alternatif yang akan dipilih merupakan alternatif yang dapat memperoleh nilai deret seragam tertinggi. Dengan adanya metode deret seragam maka dapat diketahui tingkat capaian sebelum dan sesudah perbaikan. Jika mengimplementasikan metode tersebut maka dapat ditetapkan keputusan/alternatif mana yang akan diambil.

g. Estimasi Kontribusi Alternatif Terpilih

Setelah diperolehnya alternatif solusi terpilih, maka dilanjutkan dengan estimasi kontribusi alternatif terpilih untuk mengetahui seberapa besar dampak yang diberikan. Tahap ini dilakukan untuk membandingkan angka produktivitas yang dicapai perusahaan sebelumnya dengan estimasi produktivitas setelah dilaksanakannya alternatif yang terpilih. Peningkatan indeks EPI



jugadiestimasikansebagai parameter perbaikan kinerja lingkungan, sehingga dapat diketahui seberapa besarpenerundampaklingkungan yang dicapai dengan implementasi alternatif solusi terpilih. Hal ini merupakan salah satu tujuan utama konsep *Green Productivity*, yaitu meningkatkan produktivitas namun tetap memperhatikan kinerja lingkungan.

h. Penyusunan Rencana Implementasi

Begitu alternatif solusi yang tepatterpilih, langkah berikutnya dilakukan penyusunan rencana teknis implementasi dari solusi terpilih agar dapat dipastikan pelaksanaan perbaikan tersebut berjalan sesuai dengan target yang ingin dicapai. Penyusunan rencana implementasi menjelaskan bagaimana cara yang tepat untuk menerapkan rencana implementasi dari alternatif solusi terpilih. Hasil penyusunan alternatif dipilih satu alternatif sehingga dapat membantu perusahaan mengatasi masalah dengan biaya yang minimal. Pada tahap ini perencanaan yang meliputi tindakan yang akan dilakukan dan pihak pelaksana yang akan dialokasikan serta sumber daya yang akan digunakan.

3.3.3 Tahap Analisa Dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisa terhadap hasil yang diperoleh pada tahap sebelumnya, dimana tahap ini bertujuan untuk memberikan analisis serta pembahasan yang lebih mendalam mengenai tingkat produktivitas, indeks *Environmental Performance Indicator* (EPI), penyusunan alternatif solusi, pemilihan alternatif solusi, serta kontribusi alternatif terpilih untuk diimplementasikan. Dengan analisis dan pembahasan yang lebih jelas, maka diharapkan dapat mencapai tujuan yang diinginkan dari penelitian ini.

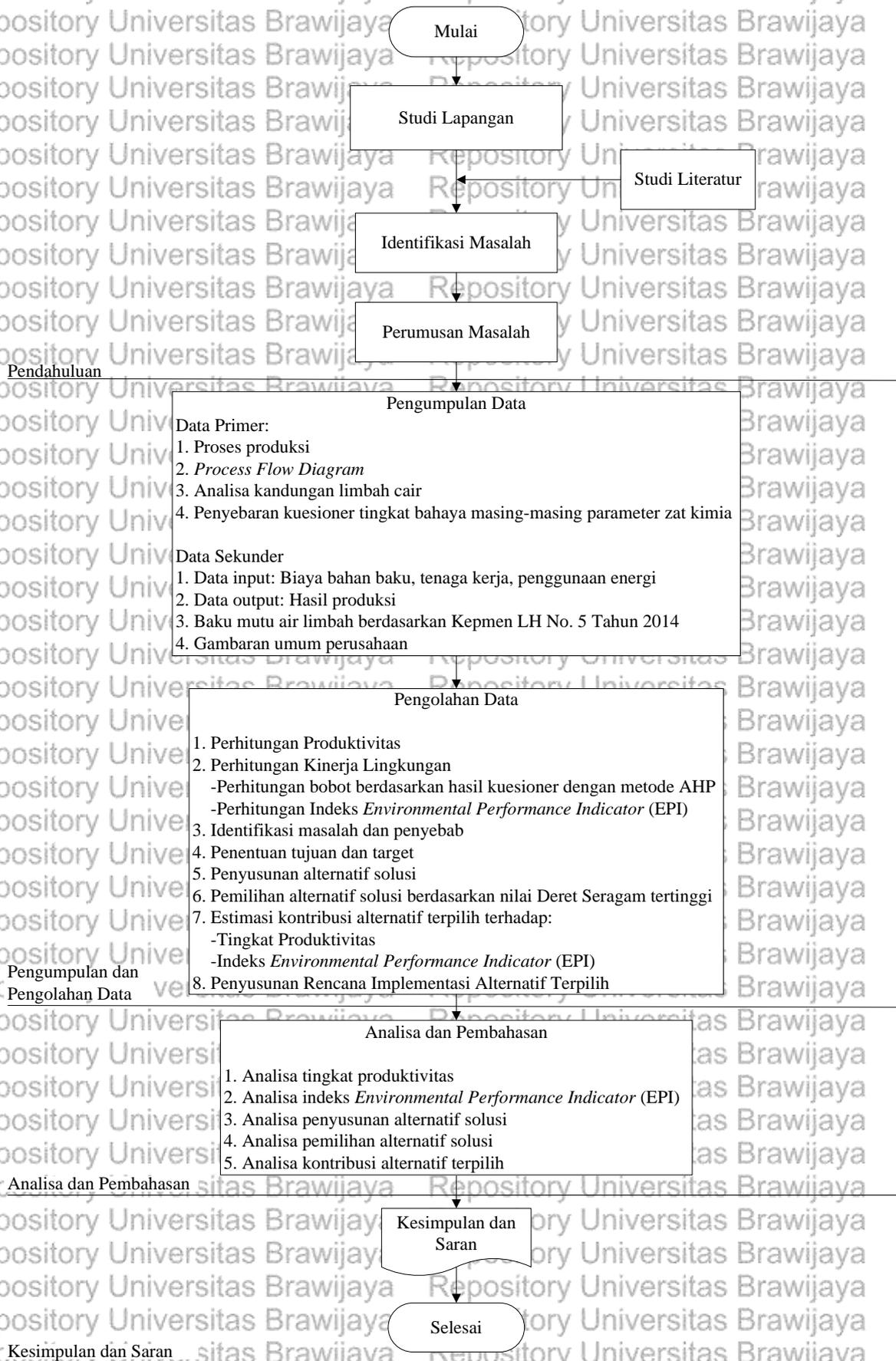
3.3.4 Tahap Kesimpulan Dan Saran

Pada tahap ini memuat tentang hasil-hasil yang telah didapat dan membandingkannya dengan hasil yang ingin dicapai. Pada tahap ini akan dirumuskan tentang solusi perbaikan yang terbaik yang mana dapat memberikan kontribusi bagi perusahaan untuk meningkatkan produktivitas dan kinerja lingkungan secara bersamaan. Kemudian pada tahap ini akan membahas mengenai kesimpulan dari masalah yang dibahas serta hasil dari penelitian, dan saran-saran untuk pengembangan serta perbaikan pelaksanaan penelitian kedepannya.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Pada diagram alir penelitian terdapat 4 tahapan utama yaitu tahap pendahuluan, tahap pengumpulan dan pengolahan data, tahap analisa dan pembahasan dan tahap kesimpulan dan saran. Berikut merupakan diagram alir yang memuat keseluruhan informasi mengenai tahapan pada penelitian ini.





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai data-data yang telah dikumpulkan selama penelitian dan langkah-langkah dalam pengolahannya yaitu meliputi perhitungan produktivitas, perhitungan indeks EPI, identifikasi dan analisis penyebab terjadinya *waste*, penentuan tujuan dan target serta penyusunan dan pemilihan alternatif solusi terbaik dalam menyelesaikan permasalahan produktivitas di Batik Blimbing Malang.

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

4.1.1 Sejarah Perusahaan

Batik Blimbing Malang didirikan pada tahun 2010 oleh Wiwik Niarti yang beralamatkan di Jl. Candi Jago no.6 Kecamatan Blimbing, Kota Malang. Usaha ini dapat menghasilkan desain menjadi kain batik yang sangat bervariasi, bukan hanya itu saja Batik Blimbing Malang juga kerap kali memproduksi produk sampingan yaitu berbagai aksesoris seperti gelang batik, bros kain batik dan masih banyak lagi. Untuk produksi batik, Batik Blimbing Malang memiliki dua motif yang menjadi ciri khas yang diawali dengan motif Buah Belimbing yang di sesuaikan dengan nama tempur usaha batik ini. Namun dengan berjalannya waktu, untuk mengangkat nama besar kota Malang yang juga terkenal dengan topeng malangan, sehingga dibuatlah desain motif batik topeng malangan, terdapat pula motif bunga serta ornamen lainnya untuk memperbanyak pilihan desain.

Usaha Batik Blimbing ini dirintis oleh Wiwik Niarti pada tahun 2009 dan diresmikan pada tahun 2011. Dulu beliau mengikuti pelatihan batik tulis di Blimbing yang diadakan oleh pemerintah. Pelatihan tersebut diadakan oleh pemerintah kota Malang yang bertujuan untuk menumbuhkan serta meningkatkan potensi perekonomian warga Blimbing melalui ibu-ibu PKK. Dari situ beliau menekuni usaha batik, beliau selain sebagai pemilik, juga berperan sebagai Desainer. Sampai saat ini, Batik Blimbing Malang dibantu oleh sekitar 14 tenaga kerjasehingga dapat menghasilkan rata-rata 45 potong batik berukuran 2,25m x 2,15m /bulan, kuantitas tersebut tentunya termasuk cukup tinggi untuk kapasitas produksi batik tulis.

Batik Blimbing Malang merupakan usaha keluarga yang memberanikan diri untuk tumbuh dan berkembang secara mandiri. Setiap anggota keluarganya memiliki tugas dan peran masing-masing. Selaras dengan visi pemilik yaitu ingin memperkenalkan batik yang

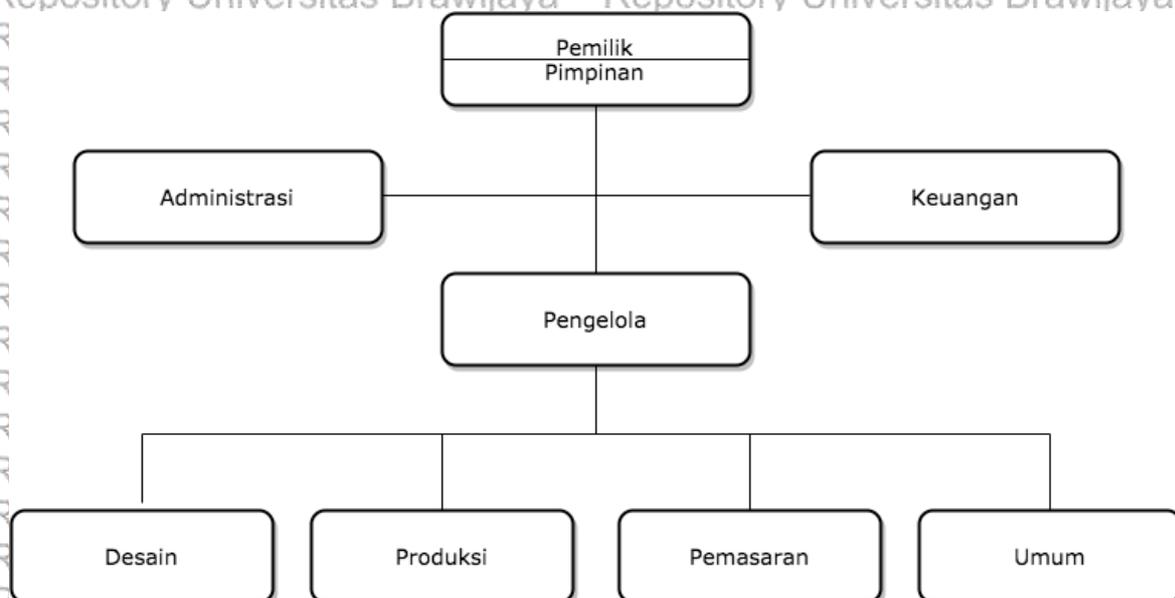
merupakan warisan budaya yang sangat perlu dilestarikan dan bahkan juga harus dikembangkan kepada masyarakat luas, maka dari itu Batik Blimbing Malang juga memberikan kelas pelatihan membatik agar generasi muda dapat mempelajari seni batik tulis. Selain itu, wisatawan yang pernah berwisata di Indonesia telah mengakui akan cita seni yang ada pada sebuah kain yang bermotif batik. Sehingga banyak wisatawan mancanegara yang sengaja datang untuk belajar cara membatik dan membeli beberapa cinderamata dari Batik Blimbing Malang itu sendiri.

4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

Adapun visi Batik Blimbing Malang dapat dirumuskan sebagai berikut: “Mengembangkan kesenian batik malangan serta memperkenalkan batik malangan kepada masyarakat luas bahwa di malang juga memiliki kesenian membatik dengan pola khusus”. Kemudian, misi dari Batik Blimbing Malang adalah sebagai berikut: “ingin memberikan wawasan kepada masyarakat luas tentang arti batik yang sesungguhnya yang meliputi setiap proses produksinya”.

4.1.3 Organisasi dan Manajemen

Batik Blimbing Malang dipimpin langsung oleh pendirinya yaitu Wiwik Niartiyang mengelola jalannya proses bisnis dan juga karyawan sesuai dengan kebijakan yang telah ditetapkan. Dalam menjalankan pekerjaannya, pemilik juga dibantu oleh anggota keluarga dan pekerja lainnya. Struktur organisasi Batik Blimbing Malang dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Struktur Organisasi

4.1.4 Proses Produksi Batik Tulis

Berikut ini adalah proses membatik yang berurutan dari awal hingga akhir. Penamaan atau penyebutan cara kerja di tiap daerah pembatikan bisa berbeda-beda, tetapi inti yang dikerjakannya adalah sama.

1. Perendaman kain mori (Ngloyor)

Ngemplong merupakan tahap paling awal atau pendahuluan, diawali dengan mencuci kain mori. Tujuannya adalah untuk menghilangkan kanji. Kemudian dilanjutkan dengan pengeloyoran, yaitu memasukkan kain mori ke minyak jarak atau minyak kacang yang sudah ada di dalam abu merang. Kain mori dimasukkan ke dalam minyak jarak agar kain menjadi lemas, sehingga daya serap terhadap zat warna lebih tinggi.

2. Pemadatan Serat Kain (Ngemplong)

Setelah melalui proses ngloyor, kemudian kain dijemur. Selanjutnya, dilakukan proses pengemplongan, yaitu kain mori diketuk secara perlahan menggunakan palu berbahan kayu untuk menghaluskan lapisan kain agar mudah dibatik. Jika sudah dirasa halus dan padat, kain dapat dilanjutkan ke tahap selanjutnya.

3. Pemolaan Batik Pada Kertas Roti (Nyorek)

Nyorek atau memola adalah proses menjiplak atau membuat pola di atas kain mori dengan cara meniru pola motif yang sudah ada, atau biasa disebut dengan ngeblat. Pola biasanya dibuat di atas kertas roti terlebih dahulu, baru dijiplak sesuai pola di atas kain mori. Tahapan ini dapat dilakukan secara langsung di atas kain atau menjiplaknya dengan menggunakan pensil atau canting. Namun agar proses pewarnaan bisa berhasil dengan baik, tidak pecah, dan sempurna, maka proses batikannya perlu diulang pada sisi kain di baliknya. Proses ini disebut ganggang.

4. Pemolaan Batik Pada Kain Moris (Mbathik)

Mbathik merupakan tahap berikutnya, dengan cara menorehkan lilin malam batik ke kain mori, dimulai dari nglowong (menggambar garis-garis di luar pola) dan isen-isen (mengisi pola dengan berbagai macam bentuk). Di dalam proses isen-isen terdapat istilah nyecek, yaitu membuat isian dalam pola yang sudah dibuat dengan cara memberi titik-titik (nitik). Ada pula istilah nruntum, yang hampir sama dengan isen-isen, tetapi lebih rumit.

5. Pewarnaan Batik Sesuai Pola (Nyoled)

Nyoled merupakan pewarnaan kain batik menggunakan kuas untuk mengisi warna batik sesuai pola pengisian warna yang sudah di desain.



6. Penguncian Warna Pola (Nembok)

Nembok adalah proses menutupi bagian-bagian yang tidak boleh terkena warna dasar, dalam hal ini warna biru, dengan menggunakan malam. Bagian tersebut ditutup dengan lapisan malam yang tebal seolah-olah merupakan tembok penahan.

7. Pencelupan Warna Dasar (Nyoga)

Merupakan proses mengisi bagian yang belum diwarnai dengan motif tertentu. Adapun caranya adalah dengan mencelupkan kain ke dalam campuran warna secara berulang-ulang sehingga mendapatkan warna yang diinginkan.

8. Pelepasan Lilin/ Malam (Nglorod)

Nglorod merupakan tahapan akhir dalam proses pembuatan kain batik tulis maupun batik cap dengan menggunakan lilin/ malam. Dalam tahap ini, pembatik melepaskan seluruh lilin dengan cara memasukkan kain yang sudah cukup tua warnanya ke dalam air mendidih. Setelah diangkat, kain dibilas dengan air bersih dan kemudian diangin-anginkan hingga kering. Proses membuat batik memang cukup lama. Proses awal hingga akhir melibatkan beberapa orang, dan penyelesaian suatu tahapan proses juga memakan waktu. Oleh karena itu, sangatlah wajar jika kain batik tulis berharga cukup tinggi.

4.1.5 Bahan Baku Dalam Proses Produksi Batik

Berikut merupakan bahan baku yang digunakan oleh Batik Blimbing Malang untuk proses pembuatan batik:

1. Lilin

Lilin atau malam merupakan bahan baku yang digunakan untuk proses mbathik.

Fungsi lilin selain membentuk motif juga untuk menutup serat mori pada pemberian warna, dimana warna tersebut sebagai pembentuk motif batik yang sesungguhnya. Terdapat berbagai kualitas malam yang tentunya dapat mempengaruhi daya serap warna.

2. Zat Pewarna

Pewarna yang digunakan merupakan zat pewarna tekstil untuk proses pewarnaan batik, baik dengan cara pencelupan maupun nyoled pada suhu ruangan sehingga tidak merusak lilin sebagai perintang warna. Zat pewarna yang digunakan antara lain: indigosol, naffthol, rapid, dan lain-lain.

3. Kain Mori

Mori merupakan jenis kain yang biasanya digunakan sebagai bahan baku pada

pembuatan batik tulis, kain yang digunakan untuk membatik antara lain adalah katun, mliwis, dobbie, maupun sutra.

4.1.6 Limbah Produksi Batik Tulis

Unit Industri batik merupakan salah satu industry yang menghasilkan limbah dalam jumlah yang besar. Proses produksi batik yang terdiri dari berbagai tahapan akan menghasilkan limbah di setiap tahapan proses produksinya. Pada umumnya limbah batik merupakan limbah yang dihasilkan dari proses ngloyor, nyoga, pemolaan, pewarnaan motif, nglorod yang dapat menghasilkan limbah dalam kuantitas lebih banyak.

Limbah batik adalah sisa dari proses produksi pembuatan batik yang dianggap tidak mempunyai nilai ekonomis oleh industri batik yang bersangkutan. Limbah tersebut biasanya mengandung bahan pencemar yang jenisnya tergantung dari bahan baku, bahan penolong, serta proses yang digunakan maupun produk yang dihasilkan. Oleh karena itu, industri batik mempunyai kualitas spesifik, yang berarti untuk industri yang berbeda akan menghasilkan limbah yang berbeda pula, bahkan untuk industry yang sejenis pun belum tentu kualitas limbahnya akan sama. Limbah batik ini dapat ditegorikan menjadi padat dan limbah cair. Tabel 4.1 merupakan data proses produksi dan limbah hasil produksi.

Tabel 4.1
Proses Produksi dan Limbah Produksi Batik

No.	Proses	Input	Limbah
1.	Pemotongan kain mori	Kain mori rol	Sisa kain
2.	Penjahitan pinggir kain	Kain mori potong	Sisa benang
3.	Perendaman kain mori (Ngloyor)	Kain mori, air panas, TRO, minyak kacang/ abu merang/ soda kuastik	Limbah cair
4.	Pengeringan	Kain mori basah	
5.	Pencucian sisa ngloyor	Kain mori, air	Limbah cair
6.	Pengeringan	Kain mori basah	
7.	Pemadatan serat kain (Ngemplong)	Mori kering, kayu pemukul	
8.	Memola batik pada kertas roti (Nyorek)	Kertas roti, pensil	
9.	Memola batik pada kain mori (Mbatik)	Kain mori, kertas roti pola	Lelehan lilin
10.	Pewarnaan sesuai pola (Nyoled)	Kain mori batikan, air, pewarna, kuas	
11.	Mengunci warna pola dengan malam (Nembok)	Kain mori batikan, lilin malam	Lelehan lilin
12.	Pencelupan untuk mendapatkan warna dasar (Nyoga)	Kain mori batikan, air, garam diazo, naphthol/ indigosol/ vatsol, TRO, soda	Limbah cair
13.	Pengeringan	Kain mori basah	
17.	Pelepasan malam	Kain mori kering, air, waterglass, soda	Limbah cair

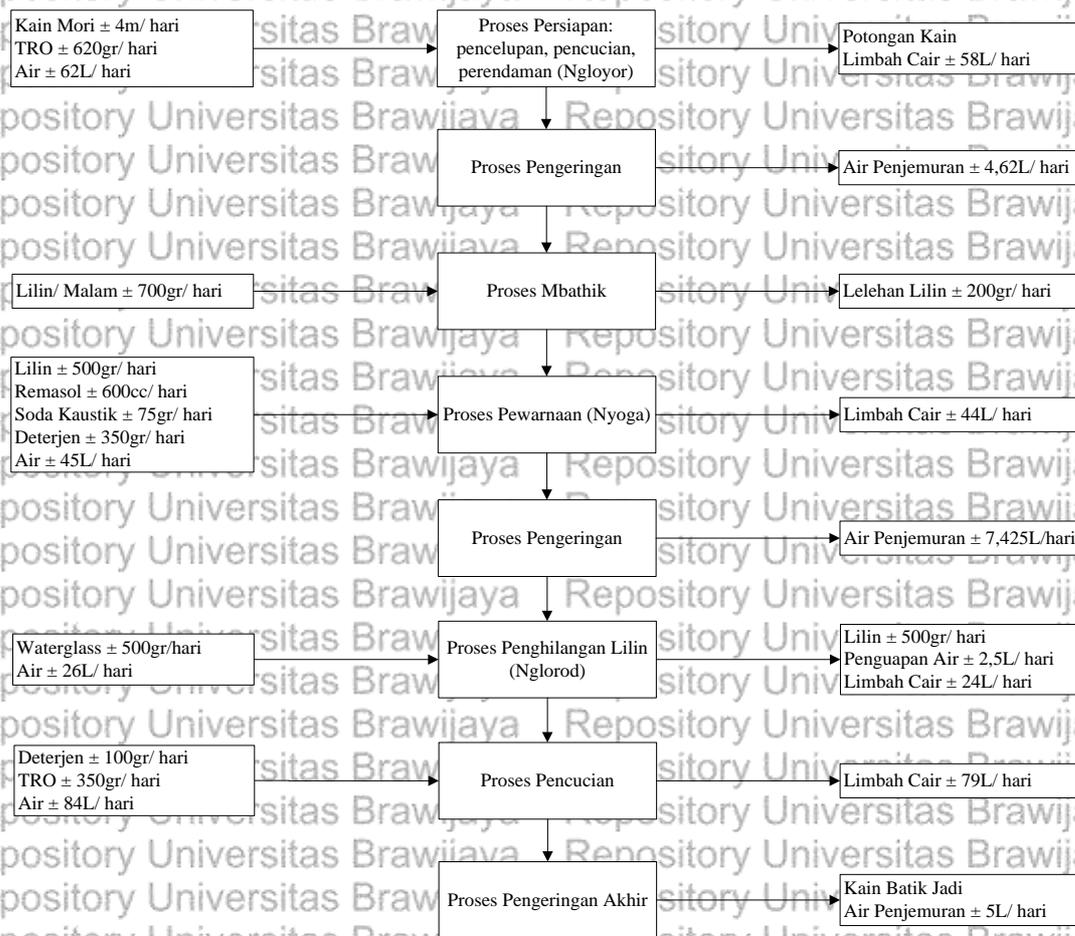
	(Nglorod)	kaustik	
18.	Pengeringan	Kain mori basah	-

Pada beberapa tahapan kegiatan proses pembuatan batik di Batik Blimbing Malang dapat menghasilkan limbah cair maupun padat. Limbah cair yang dihasilkan tersebut terdiri dari proses proses ngloyor, nyoga, nglorod dan pencucian. Limbah cair tersebut mengandung sisa-sisa zat kimia sangat tinggi yang tentunya mempengaruhi kandungan kimia pada limbah. Jika air limbah tersebut dibuang langsung tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu maka akan dapat berpotensi menyebabkan pencemaran sehingga menimbulkan berbagai macam gangguan, baik terhadap lingkungan maupun terhadap kehidupan yang ada.

4.2 Pengumpulan Data

4.2.1 *Process Flow Diagram*

Dalam menggambarkan proses dan urutan aktivitas produksi detail dapat menggunakan *Process Flow Diagram* (PFD). PFD merupakan suatu alat yang menunjukkan keseimbangan antara material *input* dengan *output* yang dihasilkan. PFD pada proses produksi batik terdiri dari berbagai proses yang kemudian akan menghasilkan limbah di setiap tahapan proses produksinya. Gambar 4.2 merupakan hasil *Process Flow Diagram* keseluruhan pada setiap proses utama produksi batik tulis di Batik Blimbing Malang.



Gambar 4.2 Process Flow Diagram Produksi Batik

4.2.2 Produktivitas

Produktivitas dapat menunjukkan seberapa efektif suatu proses telah dilakukan dalam upaya meningkatkan *output* serta seberapa efisiennya *input* yang dapat dihemat. Untuk dapat mengetahui *input* dan *output* yang dihasilkan, Dalam hal ini, jumlah *input* dan *output* didapatkan berdasarkan biaya, *input* diperoleh dari biaya material, biaya tenaga kerja, penggunaan energi, serta biaya lainnya yang berkaitan dengan produksi, sedangkan *output* adalah hasil produksi. Berikut merupakan data *input* dan *output* untuk produktivitas dari proses produksi di Batik Blimbing Malang yang diukur selama periode bulan Januari 2016 sampai Desember 2016.

4.2.2.1 Data Input

Data input yang termasuk untuk pengukuran tingkat produktivitas dibagi menjadi 3, yaitu biaya bahan baku, biaya variabel, dan biaya tenaga kerja.

1. Input Bahan Baku

Bahan baku utama adalah kain dan lilin. Dalam 1 bulan rata-rata penggunaan kain sebanyak 105m dan lilin sebanyak 17kg. Biaya bahan baku yang dikonversi menjadi

rupiah dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2
Data *Input* Bahan Baku Utama

Bulan	Input
Januari	Rp 3.050.600
Februari	Rp 3.197.500
Maret	Rp 3.511.000
April	Rp 3.685.400
Mei	Rp 3.345.000
Juni	Rp 3.326.500
Juli	Rp 3.312.100
Agustus	Rp 3.344.800
September	Rp 3.835.800
Oktober	Rp 3.608.600
November	Rp 3.925.200
Desember	Rp 4.011.500

Sumber: Batik Blimbing Malang (2017)

Bahan baku pendukung berupa bahan kimia untuk pengerjaan batik seperti pewarna (remasol/ naphthol/ indigosol), bahan/ obat kimia pendukung (soda kaustik), TRO, obat penghilang lilin (*waterglass*), dan deterjen. Biaya bahan baku pendukung dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3
Data *Input* Bahan Baku Pendukung

Bulan	Input
Januari	Rp 590.400
Februari	Rp 618.800
Maret	Rp 840.200
April	Rp 713.200
Mei	Rp 647.400
Juni	Rp 643.800
Juli	Rp 651.200
Agustus	Rp 647.000
September	Rp 742.300
Oktober	Rp 698.400
November	Rp 759.000
Desember	Rp 776.300

Sumber: Batik Blimbing Malang (2017)

2. *Input* Tenaga Kerja

Biaya tenaga kerja meliputi gaji karyawan yang bekerja dalam proses produksi batik serta bonus yang diterima untuk kerja di waktu lembur dan lain sebagainya selama periode Januari sampai Desember 2016. Biaya tenaga kerja dapat dilihat pada tabel

4.4.

Tabel 4.4
Data *Input* Biaya Tenaga Kerja

Bulan	Input
Januari	Rp 13.430.000
Februari	Rp 13.500.000
Maret	Rp 13.660.000
April	Rp 13.395.000
Mei	Rp 13.465.000
Juni	Rp 13.500.000
Juli	Rp 13.432.000
Agustus	Rp 13.290.000
September	Rp 13.465.000
Oktober	Rp 13.395.000
November	Rp 13.430.000
Desember	Rp 13.500.000

Sumber: Batik Blimbing Malang (2017)

3. Biaya Variabel

Biaya variabel merupakan penjumlahan biaya listrik serta biaya bahan bakar lainnya untuk proses produksi secara langsung maupun tidak langsung. Biaya variabel dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5
Data *Input* Biaya Variabel

Bulan	Input
Januari	Rp 419.350
Februari	Rp 442.850
Maret	Rp 606.350
April	Rp 389.250
Mei	Rp 409.125
Juni	Rp 476.450
Juli	Rp 512.600
Agustus	Rp 438.650
September	Rp 427.050
Oktober	Rp 462.875
November	Rp 507.800
Desember	Rp 461.000

Sumber: Batik Blimbing Malang (2017)

4. Total Biaya *Input*

Penjumlahan semua jenis biaya input yang termasuk biaya bahan baku utama, bahan baku pendukung, tenaga kerja, serta biaya variabel. Tabel 4.6 merupakan total biaya *input*.

Tabel 4.6

Data Input Total

Bulan	Input
Januari	Rp 17.490.350
Februari	Rp 17.759.150
Maret	Rp 18.617.550
April	Rp 18.182.850
Mei	Rp 17.866.525
Juni	Rp 17.946.750
Juli	Rp 17.907.900
Agustus	Rp 17.720.450
September	Rp 18.870.150
Oktober	Rp 18.164.875
November	Rp 18.622.000
Desember	Rp 18.748.800

Sumber: Batik Blimbing Malang (2017)

4.2.2.2 Data Output

Data *output* produksi yang diukur adalah data hasil penjualan kain batik yang dapat dihasilkan oleh Batik Blimbing Malang. Berikut merupakan data *output* yang diambil pada periode bulan Januari 2016 sampai Desember 2016. Tabel 4.7 merupakan data hasil penjualan batik.

Tabel 4.7
Data Output

Bulan	Output
Januari	Rp 20.385.000
Februari	Rp 19.850.000
Maret	Rp 20.525.000
April	Rp 21.350.000
Mei	Rp 20.320.000
Juni	Rp 20.500.000
Juli	Rp 21.050.000
Agustus	Rp 22.368.000
September	Rp 22.545.000
Oktober	Rp 20.856.000
November	Rp 21.025.000
Desember	Rp 21.725.000

Sumber: Batik Blimbing Malang (2017)

4.2.3 Kandungan Zat Kimia Limbah Cair

Konsentrasi limbah cair di objek penelitian diamati dan dilakukan uji limbah di Laboratorium Kualitas Air Perusahaan Umum Jasa Tirta 1, kemudian diperoleh hasil analisa seperti dituliskan pada tabel dibawah ini. Sesuai dengan kondisi pada proses produksi, berbagai macam limbah cair yang berasal dari proses *ngloyor*, *nyoga*, *nglorod*

dan pencucian dialirkan melalui 1 saluran pembuangan, maka analisa limbah cair berfokus pada limbah cair akhir yang akan dibuang ke perairan. Hasil pemeriksaan kandungan zat kimia pada sampel limbah cair seperti pada tabel dibawah ini menunjukkan bahwa limbah cair hasil produksi batik tulis di Batik Blimbing Malang masih jauh dari batas yang diperbolehkan. Tabel 4.8 merupakan hasil analisa kualitas limbah hasil proses produksi batik.

Tabel 4.8
Hasil Analisa Kualitas Limbah Cair

Parameter	Hasil Analisa	Metode Pengukuran
BOD	5226 mg/L	APHA. 5210 B-1998
COD	20900 mg/L	QI/ LKA/19 (Spektrofotometri)
TSS	2036 mg/L	APHA. 2540 D-2005
Phenol	1,542 mg/L	QI/ LKA/13 (Spektrofotometri)
Krom	tidak terdeteksi	1. APHA. 3111 B-2005
Amonia	0,294 mg/L	APHA. 4500 – NH3 F-2005
Sulfida	0,007 mg/L	APHA. 4500 – S2 D-2005
Minyak dan Lemak	3 mg/L	APHA. 5520 B-1998
pH	11,8	QI/ LKA/08 (Elektrometri)

4.2.4 Penyebaran Kuesioner

Penyebaran kuesioner dilakukan untuk mengetahui tingkat bahaya dari masing-masing bahan kimia yang terkandung dalam limbah cair yang telah ditetapkan oleh Kepmen LH No. 5 tahun 2014 tentang baku mutu limbah cair bagi industri tekstil. Parameter yang digunakan yaitu BOD, COD, TSS, Phenol, Krom, Amonia, Sulfida, Minyak dan Lemak, dan pH.

Kuesioner disebarakan kepada 3 responden yang kompeten di bidang kimia lingkungan untuk menjamin kevalidan perhitungan. Ketiga responden tersebut terdiri dari kepala lab, manajer lab, dan analis senior Laboratorium Kualitas Air Jasa Tirta 1. Parameter zat kimia menurut yang didasarkan oleh Kepmen LH No. 5 tahun 2014 dinilai melalui perbandingan berpasangan. Skala penilaian berisi tingkat kepentingan (bobot) dengan menggunakan skala yang digunakan oleh Saaty (1993), yaitu 1-9, semakin besar nilainya maka merepresentasikan semakin besar pulabahaya yang ditimbulkan terhadap lingkungan.

4.3 Pengolahan Data

Berikut akan dijelaskan mengenai pengolahan data yang dilakukan agar dapat menyelesaikan permasalahan yang diteliti. Pengolahan data meliputi produktivitas untuk mengetahui seberapa besar tingkat produktivitas perusahaan, menghitung indeks EPI, identifikasi penyebab permasalahan, penentuan tujuan dan target, dan penyusunan serta

pemilihan alternatif solusi yang diharapkan dapat mengurangi dampak terhadap lingkungan.

4.3.1 Perhitungan Produktivitas

Produktivitas diperoleh dengan membandingkan antara *output* total dengan *input* total.

Tingkat produktivitas total perusahaan untuk periode Januari 2016 – Desember 2016 dapat dilihat pada tabel 4.9.

Adapun salah satu contoh untuk perhitungan produktivitas pada bulan Januari 2016:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} = \frac{20.385.000}{17.490.350} = 1,16549 = 116,55\%$$

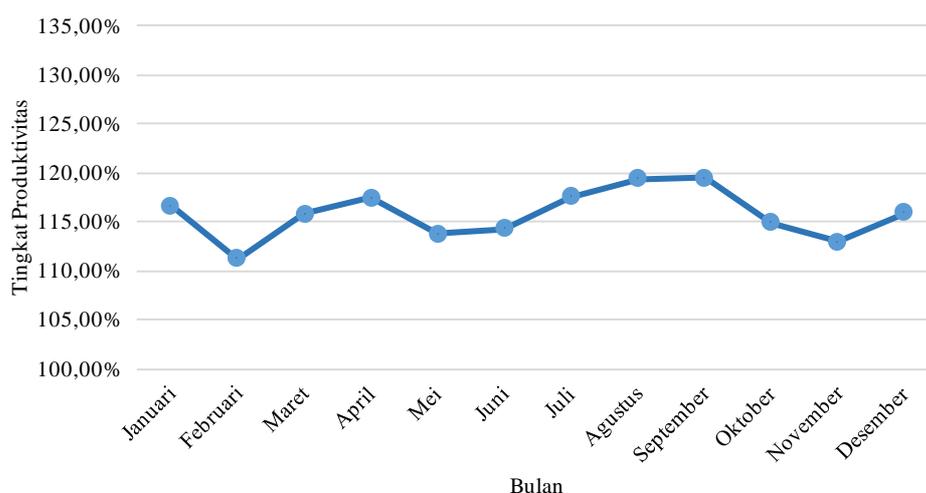
Tabel 4.9
Data Perhitungan Produktivitas

Bulan	Output [a]	Input [b]	Produktivitas [a/b]
Januari	Rp 20.385.000	Rp 17.490.350	116,55%
Februari	Rp 19.850.000	Rp 17.759.150	111,77%
Maret	Rp 20.525.000	Rp 17.720.450	115,83%
April	Rp 21.350.000	Rp 18.182.850	117,42%
Mei	Rp 20.320.000	Rp 17.866.525	113,73%
Juni	Rp 20.500.000	Rp 17.946.750	114,23%
Juli	Rp 21.050.000	Rp 17.907.900	117,55%
Agustus	Rp 22.368.000	Rp 18.747.550	119,31%
September	Rp 22.545.000	Rp 18.870.150	119,47%
Oktober	Rp 20.856.000	Rp 18.164.875	114,81%
November	Rp 21.025.000	Rp 18.622.000	112,90%
Desember	Rp 21.725.000	Rp 18.748.800	115,87%

Berdasarkan hasil data dari tabel produktivitas di atas, menunjukkan indeks produktivitas perusahaan dengan nilai rata-rata sebesar 115,79%. Angka tersebut tentunya dapat ditingkatkan lagi agar pihak perusahaan mendapatkan keuntungan yang lebih besar.

Berikut merupakan grafik yang menunjukkan indeks produktivitas selama 12 bulan. Gambar 4.3 merupakan grafik yang menggambarkan tingkat pertumbuhan produktivitas perusahaan.

Produktivitas



Gambar 4.3 Grafik Produktivitas Bulan Januari-Desember 2016

4.3.2 Perhitungan Kinerja Lingkungan

Setelah menghitung tingkat produktivitas yang dimiliki perusahaan, langkah selanjutnya adalah menghitung kinerja lingkungan perusahaan. Untuk mengetahui kinerja lingkungan, dilakukan pengukuran kadar limbah cair dilihat dari beberapa parameter sesuai parameter Kepmen LH No. 5 tahun 2014. Kemudian dilakukan perhitungan bobot kriteria parameter limbah. Langkah-langkah yang diperlukan antara lain melakukan penyebaran kuesioner, menghitung bobot hasil kuesioner, dan menghitung indeks *Environmental Performance Indicator* (EPI).

4.3.2.1 Perhitungan Bobot Berdasarkan Hasil Kuesioner dengan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Sebelum melakukan perhitungan indeks EPI, yang harus dilakukan pertama kali adalah melakukan penyebaran kuesioner untuk mendapatkan nilai bobot tingkat bahaya dari masing-masing parameter kandungan bahan kimia limbah cair. Perhitungan bobot kriteria parameter limbah dilakukan dengan menggunakan metode AHP perbandingan berpasangan. Penggunaan metode AHP ini didasari oleh Henson dan Culaba (2015) yang menyatakan bahwa *Analytical Hierarchy Process* (AHP) menyediakan alat pemodelan keputusan, untuk pembobotan atau penilaian dampak lingkungan dalam strategi perbaikan berkelanjutan yang kemudian menghasilkan ukuran kinerja *Green Productivity* (GP). Hasil penilaian parameter limbah diperoleh menggunakan kuesioner yang disebarkan kepada responden yang dianggap kompeten dalam bidang kimia lingkungan di Laboratorium Kualitas Air Perusahaan Umum Jasa Tirta 1. Tabel 4.10 merupakan data responden terpilih

dalam penelitian ini

Tabel 4.10

Responden Kuesioner

No	Nama	Jabatan	Bobot
1	Responden 1(R1)	Kepala Laboratorium	50%
2	Responden 2(R2)	Manajer Laboratorium	30%
3	Responden 3 (R3)	Analisis Senior	20%

Ketiga responden terpilih merupakan tenaga ahliyang dianggap kompeten dalam bidang kimia lingkungan sehinggamengetahui dampak tingkat bahaya yang disebabkan oleh masing-masing parameter limbah cair. Bobot setiap responden masing-masing disesuaikan dengan kewenangan dalam penentuan keterkaitan bidangnya dengan zat kimia, dimana responden 1 selaku kepala laboratorium memiliki bobot lebih tinggi yaitu 50%, responden 2 sebagai manajer laboratorium memiliki bobot 30%, kemudian selanjutnya responden 3 sebagai analis senior memiliki bobot 20%.

Penentuan bobotmasing-masing parameterdiperolehdenganmembandingkan tingkat bahayaantar parameteratauyang disebutperbandinganberpasangan.Perbandingan berpasangandidapatkan daripenyebarankuesioneryang merupakankuesionerpembobotan untuk tiap parameter. Nilai dari hasil kuesioner tersebut akan dirata-rata sesuai bobot setiap responden, sehingga menghasilkan *geometric mean* seperti pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11

Penilaian Hasil Rekap Kuesioner

Parameter		Responden			<i>Geometric Mean</i>
		R1 (0,5)	R2 (0,3)	R3 (0,2)	
BOD	COD	0,333	0,500	0,333	0,376
	TSS	3,000	1,000	2,000	1,990
	Phenol	2,000	1,000	1,000	1,414
	Krom	3,000	4,000	2,000	3,016
	Amonia	3,000	2,000	3,000	2,656
	Sulfida	2,000	1,000	2,000	1,625
	Minyak	2,000	2,000	3,000	2,169
	pH	2,000	1,000	1,000	1,414
COD	TSS	2,000	2,000	3,000	2,169
	Phenol	3,000	2,000	3,000	2,656
	Krom	4,000	3,000	5,000	3,837
	Amonia	3,000	4,000	3,000	3,270
	Sulfida	2,000	1,000	3,000	1,762
	Minyak	3,000	4,000	4,000	3,464
	pH	2,000	2,000	2,000	2,000
	TSS	4,000	2,000	2,000	2,828
	Krom	2,000	3,000	3,000	2,449
	Amonia	4,000	3,000	4,000	3,669
	Sulfida	2,000	2,000	3,000	2,169
	Minyak	3,000	4,000	2,000	3,016

Parameter		Responden			Geometric Mean
		R1 (0,5)	R2 (0,3)	R3 (0,2)	
Phenol	pH	2,000	2,000	1,000	1,741
	Krom	2,000	2,000	1,000	1,741
	Amonia	1,000	2,000	1,000	1,231
Krom	Sulfia	0,500	0,333	0,333	0,408
	Minyak	3,000	5,000	3,000	3,497
	pH	1,000	2,000	2,000	1,414
Amonia	Sulfida	0,333	0,250	0,500	0,331
	Sulfida	0,500	0,250	0,333	0,374
	Minyak	4,000	2,000	3,000	3,067
Sulfida	pH	0,333	0,250	0,500	0,331
	Sulfida	0,333	0,200	0,500	0,310
	Minyak	1,000	2,000	2,000	1,414
Minyak	pH	0,500	0,333	0,333	0,408
	Sulfida	3,000	2,000	2,000	2,449
	pH	0,500	1,000	1,000	0,707
Minyak	pH	0,250	0,333	0,200	0,261

Nilai pada *geometric mean* diatas merupakan angka yang telah diisi oleh ketiga responden kemudian di rata-ratakan untuk mendapatkan hasil angka tunggal dari ketiga responden tersebut. Kemudian langkah selanjutnya adalah membuat matriks berpasangan.

Nilai *geometric mean* yang dihasilkan dari kuesioner, kemudian dimasukkan dalam matriks perbandingan berpasangan untuk mengetahui penilaian dari kuesioner yang telah disebar. Tabel 4.12 merupakan matriks perbandingan berpasangan antar parameter.

Tabel 4.12
Matriks Perbandingan Berpasangan Antar Parameter

Parameter	BOD	COD	TSS	Phenol	Krom	Amonia	Sulfida	Minyak	pH
BOD	1,000	0,376	1,989	1,414	3,016	2,656	1,625	2,168	1,414
COD	2,660	1,000	2,169	2,656	3,827	3,270	1,762	3,464	2,000
TSS	0,503	0,461	1,000	2,828	2,559	3,669	2,169	3,015	1,741
Phenol	1,414	0,377	0,354	1,000	1,741	1,231	0,408	3,496	1,414
Krom	0,332	0,261	0,391	0,574	1,000	0,331	0,374	3,067	0,331
Amonia	0,377	0,306	0,273	0,812	3,021	1,000	0,309	1,414	0,408
Sulfida	0,615	0,568	0,461	2,451	2,674	3,236	1,000	2,449	0,707
Minyak	0,461	0,289	0,332	0,286	0,326	0,707	0,408	1,000	0,261
pH	0,707	0,500	0,574	0,707	3,021	2,451	1,414	3,831	1,000
TOTAL	8,068	4,137	7,542	12,729	21,185	18,551	9,470	23,904	9,276

Setelah diketahui penilaian hasil dari kuesioner yang telah disebar, langkah selanjutnya menghitung nilai bobot (*weight*) dengan perhitungan normalisasi AHP matriks dengan membagi setiap elemen dalam matriks perbandingan berpasangan dengan nilai total setiap kolom. Normalisasi matriks ini menghasilkan bobot yang merepresentasikan tingkat bahaya dari masing-masing kandungan zat kimia dalam limbah. Tabel 4.13

merupakan normalisasi matriks perbandingan berpasangan tiap parameter yang digunakan untuk menghitung bobot.

Tabel 4.13
Perhitungan Bobot Parameter Zat Kimia

Parameter	BOD	COD	TSS	Phenol	Krom	Amonia	Sulfida	Minyak	pH	Kumulatif	Normalisasi
BOD	0,124	0,091	0,264	0,111	0,142	0,143	0,172	0,091	0,152	1,290	0,1433
COD	0,330	0,242	0,288	0,209	0,181	0,176	0,186	0,145	0,216	1,971	0,2190
TSS	0,062	0,111	0,133	0,222	0,121	0,198	0,229	0,126	0,188	1,390	0,1544
Phenol	0,175	0,091	0,047	0,079	0,082	0,066	0,043	0,146	0,152	0,882	0,0980
Krom	0,041	0,063	0,052	0,045	0,047	0,018	0,039	0,128	0,036	0,470	0,0522
Amonia	0,047	0,074	0,036	0,064	0,143	0,054	0,033	0,059	0,044	0,553	0,0614
Sulfida	0,076	0,137	0,061	0,193	0,126	0,174	0,106	0,102	0,076	1,052	0,1169
Minyak	0,057	0,070	0,044	0,022	0,015	0,038	0,043	0,042	0,028	0,360	0,0400
pH	0,088	0,121	0,076	0,056	0,143	0,132	0,149	0,160	0,108	1,032	0,1147
TOTAL	1	9	1								

Perhitungan rasiokonsistensi dilakukan setelah perhitungan bobot dari masing-masing parameter. Pada perhitungan uji konsistensi, rasiokonsistensi harus lebih kecil atau sama dengan 0,1 (10%) untuk menghindari bias dalam penelitian. Perhitungan *eigen vector* dilakukan setelah mendapat nilai bobot tingkat bahaya masing-masing parameter, dimana perhitungannya dilakukan dengan mengkalikan matriks awal

(A) dengan bobot parameter (w_i). Berikut adalah perhitungannya *eigen vector*:

Perhitungan *Eigen Value*

$$\begin{bmatrix} 1,000 & 0,376 & 1,989 & 1,414 & 3,016 & 2,656 & 1,625 & 2,168 & 1,414 \\ 2,660 & 1,000 & 2,169 & 2,656 & 3,827 & 3,270 & 1,762 & 3,464 & 2,000 \\ 0,503 & 0,461 & 1,000 & 2,828 & 2,559 & 3,669 & 2,169 & 3,015 & 1,741 \\ 1,414 & 0,377 & 0,354 & 1,000 & 1,741 & 1,231 & 0,408 & 3,496 & 1,414 \\ 0,332 & 0,261 & 0,391 & 0,574 & 1,000 & 0,331 & 0,374 & 3,067 & 0,331 \\ 0,377 & 0,306 & 0,273 & 0,812 & 3,021 & 1,000 & 0,309 & 1,414 & 0,408 \\ 0,615 & 0,568 & 0,461 & 2,451 & 2,674 & 3,236 & 1,000 & 2,449 & 0,707 \\ 0,461 & 0,289 & 0,332 & 0,286 & 0,326 & 0,707 & 0,408 & 1,000 & 0,261 \\ 0,707 & 0,500 & 0,574 & 0,707 & 3,021 & 2,451 & 1,414 & 3,831 & 1,000 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,143 \\ 0,219 \\ 0,154 \\ 0,098 \\ 0,052 \\ 0,061 \\ 0,116 \\ 0,040 \\ 0,114 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,430 \\ 2,170 \\ 1,537 \\ 0,953 \\ 0,498 \\ 0,601 \\ 1,158 \\ 0,386 \\ 1,110 \end{bmatrix}$$

Langkah selanjutnya adalah perhitungan nilai maksimum *eigen* (λ_{maks}):

$$\lambda_{maks} = \frac{\sum \frac{A \cdot w_i}{w_i}}{n} = \frac{\sum \begin{bmatrix} 1,430 \\ 2,170 \\ 1,537 \\ 0,953 \\ 0,498 \\ 0,601 \\ 1,158 \\ 0,386 \\ 1,110 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0,143 \\ 0,219 \\ 0,154 \\ 0,098 \\ 0,052 \\ 0,061 \\ 0,116 \\ 0,040 \\ 0,114 \end{bmatrix}}{9} = \frac{\sum \begin{bmatrix} 9,983 \\ 9,908 \\ 9,954 \\ 9,733 \\ 9,547 \\ 9,788 \\ 9,907 \\ 9,667 \\ 9,680 \end{bmatrix}}{9} \rightarrow \frac{88,1716}{9} = 9,7968$$

Nilai maksimum *eigen* tersebut kemudian digunakan dalam perhitungan nilai *consistency index*. Berikut contoh perhitungan *consistency index*.

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} = \frac{9,796 - 9}{9 - 1} = \frac{0,796}{8} = 0,0995$$

Nilai CI akan digunakan dalam perhitungan *consistency ratio* dengan membagi nilai tersebut dengan index nilai (n) matriks, yaitu n=9, RI=1,45. Dari nilai CR dapat diketahui konsistensi penilaian pada kuesioner oleh responden.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,0995}{1,45} = 0,0686$$

Dari hasil pembobotan diatas, dapat diketahui bahwa pembobotan pada parameter ini memiliki nilai *consistency ratio* sebesar 0,068 yang berarti bahwa angka tersebut menunjukkan bahwa pembobotan ini sudah konsisten karena nilai *consistency rasionya* $\leq 0,1$. Tabel 4.14 merupakan hasil dari pembobotan tiap parameter zat kimia.

Tabel 4.14
Hasil Pembobotan Tiap Parameter Zat Kimia

No	Parameter	Bobot
1	BOD	0,143
2	COD	0,219
3	TSS	0,154
4	Phenol	0,098
5	Krom	0,052
6	Amonia	0,061
7	Sulfida	0,116
8	Minyak dan Lemak	0,040
9	pH	0,114
	Jumlah	1
	Consistency Ratio	0,068
	Keterangan	Konsisten

4.3.2.2 Perhitungan Indeks *Environmental Performance Indicator*(EPI)

Setelah mengetahui kandungan zat kimia pada limbah cair dan dilakukan pembobotan tingkat bahaya pada tiap parameter tersebut, maka selanjutnya dilakukan perhitungan indeks EPI. EPI dapat dijadikan Indikator untuk mengetahui kinerja lingkungan yang telah dicapai oleh perusahaan, berkaitan dengan limbah yang dihasilkan dalam prosesnya terhadap lingkungan sekitar yang terkena dampak. Penyebaran kuisisioner dilakukan untuk mendapatkan nilai bobot (*weight*) tingkat bahaya dari masing-masing kandungan zat kimia dalam limbah. Bobot yang telah didapat dari penyebaran kuisisioner, digunakan untuk menghitung penyimpangan indeks EPI. Tabel 4.15 merupakan hasil perhitungan indeks EPI.

Tabel 4.15
Hasil Perhitungan Indeks EPI

Parameter	Bobot (Wi)	Standar Baku Mutu	Hasil Analisa	Penyimpangan (Pi)	Indeks EPI (Wi.Pi)
BOD	0,143	60 mg/l	5226 mg/l	-86,1	-12,312
COD	0,219	150 mg/l	20900 mg/l	-138,333	-30,295
TSS	0,154	50 mg/l	2036 mg/l	-39,72	-6,117
Phenol	0,098	0,5 mg/l	1,542 mg/l	-2,084	-0,204
Krom	0,052	1 mg/l	tidak terdeteksi		0
Amonia	0,061	8 mg/l	0,294 mg/l	0,963	0,059
Sulfida	0,116	0,3 mg/l	0,007 mg/l	0,977	0,113
Minyak dan Lemak	0,040	3 mg/l	3 mg/l	0	0
pH	0,114	6-9	11,8	-0,311	-0,035
Indeks EPI Total = -48,792					

Indeks EPI menunjukkan nilai yang sangat kecil sehingga perlu dilakukan langkah perbaikan pada proses produksi sehingga lebih ramah lingkungan. Adapun salah satu contoh perhitungan untuk menentukan Indeks EPI yang terdapat pada tabel 4.15 diatas.

Perhitungan penyimpangan (Pi) pada parameter BOD

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{\text{Standar} - \text{Analisa}}{\text{Standar}} \times 100\% \\
 &= \frac{60 - 5226}{60} \times 100\% \\
 &= \frac{-5166}{60} \times 100\% \\
 &= -86,1
 \end{aligned}$$

Perhitungan indeks EPI pada parameter BOD:

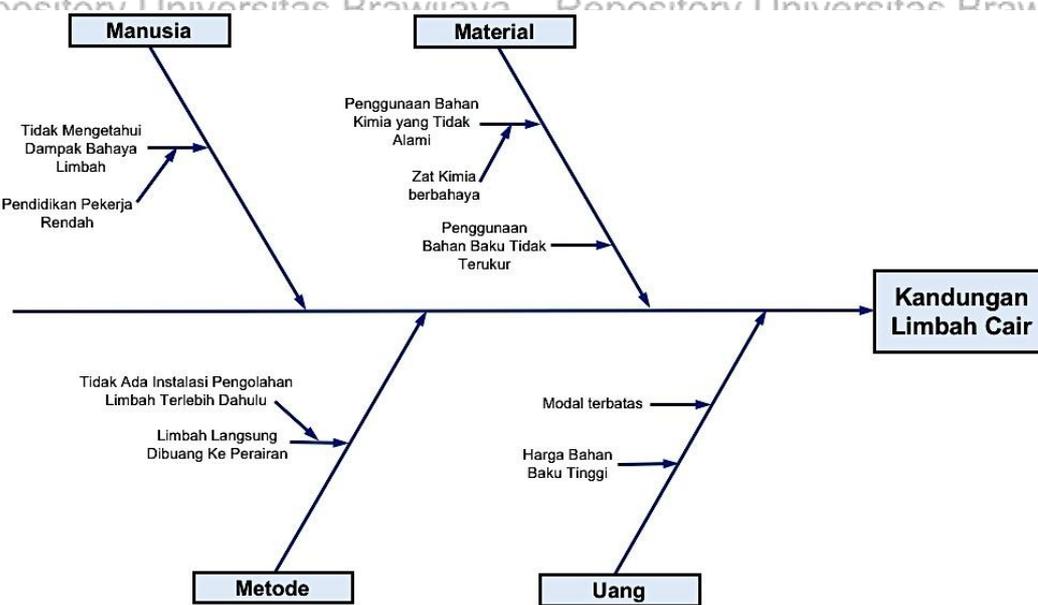
$$\begin{aligned}
 \text{Indeks EPI} &= Wi \cdot Pi \\
 &= 0,143 \times -86,1 \\
 &= -12,312
 \end{aligned}$$

Hal tersebut berarti bahwa hasil Indeks EPI pada parameter BOD diluar standar baku mutu limbah cair yang dipersyaratkan BAPEDAL Berdasarkan Kepmen LH No. 5 tahun 2014 adalah sebesar -12,312.

4.3.3 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan dengan analisa 5W+1H yang diperoleh melalui kegiatan *Walk Through Survey*, untuk mengetahui permasalahan yang paling dominan dari limbah cair hasil proses produksi batik. Permasalahan yang terjadi diidentifikasi penyebabnya menggunakan *Fishbone Diagram*. Dari analisa 5W+1H diketahui limbah cair adalah faktor pencemaran yang paling dominan. Gambar 4.4 merupakan *Fishbone*

Diagram untuk menguraikan beberapa penyebab limbah cair yang dapat berdampak terhadap lingkungan sekitar Batik Blimbing Malang.



Gambar 4.4 Fishbone Diagram

Permasalahan tersebut dapat diuraikan secara rinci dengan menjelaskan tiap-tiap faktor yang dapat menyebabkan limbah cair yang dapat berdampak terhadap lingkungan.

Informasi ini juga digunakan untuk mengetahui inefisiensi dari sumber daya/input yang digunakan (material, tenaga kerja, dan energi) sehingga dapat dilakukan perbaikan.

Ketidaksesuaian hasil analisa limbah cair dengan parameter yang dipersyaratkan BAPEDAL Berdasarkan Kepmen LH No. 5 tahun 2014 tentu akan memberikan dampak buruk terhadap lingkungan. Berikut merupakan beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya limbah tersebut:

1. *Man* (Manusia)

Pemilik usaha maupun pekerja belum mengetahui bahaya yang ditimbulkan dari limbah yang dihasilkan. Ketidaktahuan dapat disebabkan oleh faktor pendidikan, pekerja lulusan SMA/SMK yang tidak mempelajari bahaya limbah. Pemilik usaha juga beranggapan bahwa pengolahan limbah memerlukan biaya yang besar. Tentunya, untuk mengurangi kandungan zat kimia pada suatu limbah cair dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti penggantian bahan baku maupun pengolahan limbah.

2. *Materials* (Bahan Baku)

Bahan baku kimia yang digunakan dalam proses produksi batik belum terukur secara kuantitatif sehingga terjadi pemborosan, hal ini menjadi penyebab timbulnya *waste*.

Air pembilasan yang diganti terus menerus setiap proses menyebabkan volume limbah cair cukup banyak. Sifat bahan kimia seperti Naphthol untuk produksi batik

merupakan bahan berbahaya dan beracun yang apabila dibuang langsung ke lingkungan tentunya berpengaruh terhadap kesehatan manusia maupun hewan maupun tumbuhan.

3. *Method* (Metode)

Pengolahan limbah belum ada sehingga menimbulkan pencemaran. Limbah cair yang dihasilkan dibuang langsung ke perairan, padahal kandungan zat-zat kimia tidak dapat terurai dan akan meresap ke dalam air tanah, sehingga perlu dilakukan penanganan pada pengolahan limbah sebelum di buang. Dengan pengolahan limbah atau penggantian *input* pada proses produksi seperti bahan baku diharapkan dapat mereduksi kandungan zat kimia dan potensi pencemaran dapat diminimalisir.

4. *Money* (uang)

Modal yang terbatas dan harga bahan baku yang terus naik membuat pemilik usaha belum berpikir tentang dampak yang akan diberikan terhadap lingkungan. Uang yang terbatas juga menutup pemikiran untuk melakukan perbaikan untuk mengurangi dampak terhadap lingkungan sekitar.

Dari berbagai permasalahan diatas, dapat diketahui bahwa penyebab permasalahan dapat ditimbulkan dari berbagai aspek seperti manusia, bahan baku, metode, dan uang. Permasalahan yang terjadi pada manusia yaitu pekerja adalah pendidikan yang rendah sehingga tidak mengetahui dampak bahaya limbah dari hasil produksi, permasalahan ini dianggap tidak terlalu berpengaruh signifikan terhadap tingginya konsentrasi zat kimia pada limbah cair. Untuk permasalahan bahan baku sangat berpengaruh besar terhadap limbah cair yang dihasilkan, yaitu tingginya zat kimia pada bahan baku, maka akan berbanding lurus dengan konsentrasi limbah yang dihasilkan. Kemudian untuk metode, tidak adanya pengolahan limbah sehingga limbah yang dihasilkan memiliki konsentrasi zat kimia yang tinggi, tentunya hal ini dapat direduksi dengan pembuatan pengolahan limbah ataupun penggantian bahan baku. Untuk uang, batik blimbing malang menggunakan bahan baku yang berharga sangat tinggi, maka diperlukan bahan baku yang memiliki harga lebih rendah akan tetapi tidak mempengaruhi kualitas produk batik.

Setelah mengetahui apa saja yang menjadi permasalahan pada objek penelitian, dapat dirumuskan hal-hal penting yang menjadi masalah utama terhadap produktivitas berdasarkan biaya dan kinerja lingkungan yang dinyatakan dengan indeks EPI. Batik Blimbing Malang menggunakan bahan baku yang berasal dari zat kimia sintetis dengan harga sangat mahal. Kemudian zat kimia tersebut tentunya dapat menimbulkan dampak yang buruk terhadap lingkungan sekitar seperti yang sudah dicantumkan pada



hasil analisa limbah cair yang menyatakan bahwa hasil kandungan tiap parameter kimia berada sangat jauh dari standar baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah berdasarkan Kepmen LH No. 5 tahun 2014. Maka dibutuhkan beberapa alternatif solusi yang dapat mengurangi dampak limbah tersebut.

4.3.4 Penentuan Tujuan dan Target

Berdasarkan akar penyebab permasalahan yang sebelumnya telah dijelaskan dengan *fishbone diagram*, maka dapat ditentukan tujuan utama dalam melakukan perbaikan atau penyelesaian masalah tersebut serta penentuan target yang ingin dicapai. Salah satu penyebab dari pencemaran limbah yang dapat melebihi ambang batas atau staandar baku mutu yang telah ditetapkan oleh Kepmen LH No. 5 tahun 2014 adalah penggunaan bahan-bahan kimia yang berlebih pada proses pembuatan batik. Banyaknya bahan kimia tersebut menyebabkan kandungan yang berbahaya terhadap lingkungan pada limbah cair yang dihasilkan semakin meningkat. Upaya untuk mengantisipasi permasalahan tersebut adalah meminimasi penggunaan bahan kimia pada proses pembuatan batik. Sehingga limbah yang dibuang diharapkan akan sesuai dengan standar baku mutu yang telah ditetapkan. Dari penerapan metode GP juga diharapkan dapat meningkatkan produktivitas perusahaan serta meningkatkan kinerja lingkungan.

4.3.5 Penyusunan Alternatif Solusi

Tahapan selanjutnya sesuai metodologi *Green Productivity* yaitu penyusunan alternatif-alternatif solusi untuk mengatasi permasalahan produktivitas di Batik Blimbing Malang. Alternatif yang disusun berdasarkan hasil diskusi peneliti dan pihak perusahaan serta para ahli kimia lingkungan berdasarkan analisa permasalahan dan identifikasi penyebab masalah yang kemudian disesuaikan dengan konsep GP. Menurut ahli kimia lingkungan tersebut, secara umum untuk menurunkan kandungan limbah cair dibutuhkan 2 alternatif, yaitu mengolah hasil limbah (*output*) seperti pengolahan limbah cair yang biasanya disebut *water treatment* atau dapat juga dilakukan dengan perbaikan terhadap masukan (*input*) seperti penggantian bahan baku. Sehingga diharapkan kandungan akhir limbah tiap parameter dapat berkurang. Selanjutnya dilakukan penentuan penyebab masalah yang paling dominan melalui *brainstorming* dengan pekerja dan pemilik perusahaan. Adapun alternatif solusi yang diusulkan adalah sebagai berikut:

1. Alternatif 1

Pembuatan bakpengolahan limbah cair serta penyaring lilin. Dengan menggunakan

pengolahan limbah cair ini, maka limbah yang akan dibuang ke perairan dapat diolah terlebih dahulu. Menurut *Clean Batik Initiative*(2010), dengan menyaring lilin yang terdapat di dalam limbah proses produksi batik sebanyak 98 batik/ bulan, maka lilin tersebut dapat didaur ulang kembalisekitar 0,5kg/ hari. Pada penelitian ini rata-rata produksi yang dapat dihasilkan Batik Blimbing Malang sebesar 45 batik/bulan, maka diestimasikan akan didapatkan hasil daur ulang lilin sekitar 0,2kg/ hari. Penelitian lain yang telah dilakukan oleh Pratiwi (2015) menyatakan bahwa pengolahan limbah cair hasil produksi batik dengan tawas 0,5gr/l dapat menurunkan pH dan COD dengan presentasi penurunan sebesar 35% dan 68,6%, tentunya penurunan COD tersebut akan berpengaruh terhadap BOD dan TSS. Kemudian, penelitian yang dilakukan oleh Anggraini dkk (2015) menyatakan bahwa kombinasi penggunaan adsorben karbon aktif dan batu zeolit dapat menurunkan kadar fenol sebesar 97,55%. Penelitian lainnya oleh Supriyono dkk(2007) menyatakan bahwa dosis optimal kombinasi karbon aktif dan batu zeolit adalah sebesar 25gr/l dengan perbandingan 1:1 dapat menjaga pH air berkisar 6,44-7,33. Selain parameter yang telah disebutkan, tentunya karbon aktif dan zeolit juga dapat berpengaruh terhadap parameter lainnya. Seperti yang diketahui karbon aktif dan zeolit memiliki struktur berongga dan diisi oleh kation serta air yang bisa dipertukarkan dan memiliki ukuran pori tertentu sehingga dapat dimanfaatkan sebagai penyaring, penukar ion, adsorben dan katalis (Susilawati, 2006). Dengan direncakannya alternatif tersebut, diharapkan kandungan zat kimia pada limbah yang dihasilkan pun dapat diminimalisir dan juga dapat meningkatkan produktivitas perusahaan dengan penghematan biaya pembelian lilin.

2. Alternatif 2

Penggantian zat pewarna kimia dengan pewarna alami yang berasal dari tumbuhan (*Indigofera Tinctoria*). Harga pewarna alami ini tentunya lebih murah jika dibandingkan dengan zat pewarna kimia, akan tetapi dalam penggunaannya dibutuhkan kuantitas yang lebih besar. Menurut Kasmudjo dan Saktianggi (2007), penggunaan *Indigofera* dapat dijadikan sebagai pewarna batik yang ramah lingkungan. Pewarna alami ini berpotensi menurunkan konsentrasi limbah yang akan berdampak pada lingkungan sekitar, karena sisa-sisa pewarna alami yang terbuang bersama air limbah akan lebih mudah terurai dan lebih ramah lingkungan. Untuk dapat menggantikan zat pewarna dasar kimia seutuhnya, dibutuhkan juga bahan baku pendukung seperti gula arendan kapur tohor dan agar menghasilkan



warna yang lebih pekat.

Berdasarkan alternatif-alternatif solusi telah dikembangkan dan dijelaskan diatas, berikut merupakan penjelasan secara lebih rinci mengenai masing-masing alternatif beserta seberapa besar kontribusinya terhadap produktivitas serta kinerja lingkungan.

4.3.6 Pemilihan Alternatif Solusi

Berdasarkan 2 alternatif yang telah disusun sebelumnya akan dipilih salah satu alternatif solusi yang nantinya akan diimplementasikan sebagai upaya perbaikan.

Pemilihan alternatif solusi didasarkan pada analisis finansial menggunakan pendekatan Deret Seragam dengan nilai tertinggi. Alternatif yang akan dipilih yaitu alternatif yang dapat memberikan biaya yang paling rendah, sehingga kemungkinan untuk diterapkannya semakin besar.

4.3.6.1 Analisis Finansial Tiap Alternatif dengan Metode Deret Seragam

Analisa finansial dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan dari implementasi masing-masing alternatif dari segi finansial yang dilakukan dengan metode deret seragam. Penggunaan metode deret seragam dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengeluaran yang dibutuhkan jika menerapkan alternatif, kemudian dipilih alternatif yang memberikan nilai tahunan tertinggi. Untuk menghitung deret seragam, terlebih dahulu dilakukan perhitungan biaya investasi, biaya operasional, dan biaya penghematan dari masing-masing alternatif.

1. Alternatif 1

Pembuatan bak pengolahan limbah cair dengan ukuran 64cm x 43,5cm x 31cm

(Volume ± 80liter), estimasi pemakaian 2 tahun. Bak berbentuk 3 tingkat pengolahan

limbah, tingkat atas adalah penyaringan lilin dengan *Nylon Mesh*, tingkat kedua

adalah tawas untuk menyerap bakteri dalam dalam limbah kemudian

mengendapkan partikel tersebut baik dalam bentuk koloid ataupun suspensi,

kemudian tingkat bawah adalah penyaringan kembali kandungan limbah dengan

karbon aktif dan batu zeolit untuk mendegradasi komponen limbah sehingga

diharapkan menghasilkan air yang lebih bersih. Rancangan desain bak dapat dilihat

pada lampiran 2. Tabel 4.16 merupakan rincian biaya investasi jika menerapkan

alternatif 1.

Tabel 4.16

Rincian Biaya Investasi Pembuatan Bak Pengolahan Limbah

Rincian	Jumlah	Harga	Total
Container box plastik	2	Rp 255.000	Rp 510.000
Container box plastik berventilasi	1	Rp 180.000	Rp 180.000
Nylon mesh filter 160 μ m	1	Rp 85.000	Rp 85.000
Besi kaki bak	1	Rp 90.000	Rp 90.000
Pipa diameter 1 inci (meter)	1	Rp 9.500	Rp 9.500
Fitting pipa keran	2	Rp 7.000	Rp 14.000
Fitting pipa bengkok	2	Rp 8.500	Rp 19.000
Keran	1	Rp 26.500	Rp 26.500
Isolasi Pipa	2	Rp 3.500	Rp 7000
Tenaga Kerja (Hari)	2	Rp 75.000	Rp 150.000
Total Biaya			Rp 1.091.000

a. Biaya *Maintenance*:

Jika alternatif 1 diterapkan, perawatan yang diperlukan hanya membersihkan bak dengan sikat dan sabun. Harga sikat sebesar Rp 13.500, dan harga sabun sebesar Rp 6000.

Kebutuhan = 1 sikat/ 2bulan

$$= 1 \text{ sikat} / 2 \text{ bulan} \times 12 \text{ bulan} \times \text{Rp } 13.500$$

$$= \text{Rp } 81.000 / \text{tahun}$$

Kebutuhan = 1 kemasan sabun 350gr/ 1bulan

$$= \text{Rp } 6.000 \times 12 \text{ bulan}$$

$$= \text{Rp } 72.000 / \text{tahun}$$

Total biaya = Rp 87.000 + Rp 72.000

$$= \text{Rp } 153.000 / \text{tahun}$$

b. Biaya bahan campuran untuk pengolahan limbah:

Dibutuhkannya koagulan tawas serta karbon aktif dan batu zeolit untuk membantu penyaringan limbah. Harga tawas sebesar Rp 18.000/kg, harga karbon aktif sebesar Rp 32.000/kg, dan harga batu zeolit sebesar Rp 7.500/kg.

Kebutuhan = tawas 0,5gr/1 air, maka 500gr digunakan untuk setiap 1000 liter air

$$= \text{karbon aktif } 25 \text{ gr} / 1 \text{ air, maka digunakan } 2 \text{ kg untuk setiap } 80 \text{ liter}$$

air dengan penggantian selama 1 bulan.

$$= \text{batu zeolit } 25 \text{ gr} / 1 \text{ air, maka } 2 \text{ kg digunakan untuk setiap } 80 \text{ liter air}$$

dengan penggantian selama 1 bulan.

$$\text{Biaya Tawas} = \left(\frac{0,5 \text{ kg}}{1000} \times \text{rata-rata limbah cair/ bulan} \right) \times 12 \text{ bulan} \times \text{Rp } 18.000$$

$$= \left(\frac{0,5 \text{ kg}}{1000} \times 5.304 \text{ liter} \right) \times 12 \text{ bulan} \times \text{Rp } 18.000$$

$$= \text{Rp } 572.832$$

$$\text{Biaya Karbon Aktif} = 2\text{kg} \times 12 \text{ bulan} \times \text{Rp } 32.000 = \text{Rp } 768.000$$

$$\text{Biaya Batu Zeolit} = 2\text{kg} \times 12 \text{ bulan} \times \text{Rp } 7.500 = \text{Rp } 180.000$$

$$\text{Total Biaya} = \text{Rp } 572.832 + \text{Rp } 768.000 + \text{Rp } 180.000 = \text{Rp } 1.520.832/\text{tahun}$$

c. Penghematan penggunaan lilin

Jika alternatif I diterapkan, maka lilin/ malam yang terbuang bersama limbah dapat digunakan kembali sebanyak 0,2kg/ hari atau 5,2kg/ bulan. Harga lilin sebesar Rp 45.000/kg.

$$\text{Penghematan} = 0,2\text{kg} \times 26 \text{ hari} \times 12 \text{ bulan} \times \text{Rp } 45.000$$

$$= 62,4 \text{ kg} \times \text{Rp } 45.000 = \text{Rp } 2.808.000/\text{tahun}$$

Berikut merupakan biaya yang harus ditanggung dan penghematan yang didapatkan jika melaksanakan alternatif I yang dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17
Biaya dan Penghematan Alternatif I

Biaya Investasi		Rp 1.091.000
Biaya Operasional	Maintenance	Rp 153.000
	Bahan Pengolahan	Rp 1.520.832
Total Biaya		Rp 1.673.832
Penghematan	Lilin/ malam	Rp 2.808.000
Total Penghematan		Rp 2.808.000

$$\text{Penghematan} = \text{Rp } 2.808.000$$

$$\text{Pengeluaran} = \text{Investasi (A/P, 7,25\%, 2)} + \text{Biaya Operasional}$$

$$= \text{Rp } 1.091.000 (\text{A/P, 7,25\%, 2}) + \text{Rp } 1.673.832$$

$$= \text{Rp } 1.091.000 (0,5545) + \text{Rp } 1.673.832$$

$$= \text{Rp } 604.959 + \text{Rp } 1.673.832 = \text{Rp } 2.278.791$$

Maka deret seragam untuk alternatif I:

$$\text{Annual Worth} = \text{Penghematan} - \text{Pengeluaran}$$

$$= \text{Rp } 2.808.000 - \text{Rp } 2.278.791$$

$$= \text{Rp } 529.209$$

2. Alternatif 2

Penggantian pewarna tekstil yang sebelumnya menggunakan pewarna kimia dengan pewarna alami (*Indigofera Tinctoria*). Kebutuhan pewarna alami adalah 5kg/bulan dan bahan pendukung berupa kapur tohor dan gula aren sebesar 5kg/bulan. Penggunaan pewarna alami tersebut tidak memerlukan lagi bahan penguat warna seperti garam diazonium dan soda kaustik.

a. Biaya zat pewarna alami

Pewarna alami dapat digunakan untuk proses pewarnaan sekitar 50gr/meter kain. Harga pewarna alami (*Indigofera Tinctoria*) sebesar Rp 34.000/kg. Berikut biaya penggunaan zat pewarna alamipertahun yang harus ditanggung:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan} &= 50\text{gram/meter} \times 101,25 \text{ meter/bulan} \\ &= 5.062,5 \text{ gram/bulan} = 5\text{kg/bulan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= 5 \text{ kg/bulan} \times 12 \text{ bulan} \times \text{Rp } 34.000 \\ &= \text{Rp } 2.040.000 / \text{tahun} \end{aligned}$$

b. Biaya bahan pendukung

Diperlukannya kapur tohor dan gula aren sebeagai bahan pendukung pewarnaan. Kombinasi kapur tohor dan gula aren dapat digunakan sebanyak 50gr/meter kain. Harga kapur tohor sebesar Rp 1.500/kg, dan harga gula aren sebesar Rp 8.000/kg. Maka total biaya bahan baku pendukung adalah sebesar Rp 9.500/kg. Berikut merupakan biaya pendukung pertahun yang harus ditanggung:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan} &= 50 \text{ gram/meter} \times 101,25 \text{ meter/bulan} \\ &= 5.062,5 \text{ gram/bulan} = 5 \text{ kg/bulan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= 5 \text{ kg/bulan} \times 12 \text{ bulan} \times \text{Rp} 9.500 \\ &= \text{Rp } 570.000/ \text{tahun} \end{aligned}$$

c. Penghematan penggunaan pewarna kimia

Jika pewarna diganti menjadi bahan alami, maka zat pewarna kimia tidak digunakan lagi. Penggunaan zat pewarna kimia sekitar 500gr/bulan. Harga zat pewarna kimia bubuk sebesar Rp 175.000/kg. Sehingga akan didapat penghematan sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Penghematan} &= 500 \text{ gram/bulan} \times 12 \text{ bulan} \times \text{Rp } 175.000 \\ &= 6 \text{ kg} \times \text{Rp } 175.000 \\ &= \text{Rp } 1.050.000/ \text{tahun} \end{aligned}$$

d. Penghematan penggunaan zat kimiapembangkit warna

Jika pewarna diganti menjadi bahan alami, maka garam diazonium dan soda kaustik tidak digunakan lagi sebagai bahan pembangkit. Kombinasi penggunaan zat kimia pendukung berupa garam diazonium dan soda kaustik sekitar 2kg/bulan. Harga garam diazonium sebesar Rp 35.000/kg, dan harga soda kaustik sebesar Rp 62.000/kg. Maka total penghematan zat kimia pembangkit warna adalah sebesar Rp 97.000/kg. Sehingga didapat penghematan



sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Penghematan} &= 2 \text{ kg/bulan} \times 12 \text{ bulan} \times \text{Rp } 97.000 \\ &= 24 \text{ kg/ tahun} \times \text{Rp } 97.000 \\ &= \text{Rp } 2.328.000/ \text{ tahun} \end{aligned}$$

Berikut merupakan biaya yang harus ditanggung dan penghematan yang didapatkan jika melaksanakan alternatif 2. Tabel 4.18 merupakan biaya yang harus dikeluarkan serta penghematan jika menerapkan alternatif 2.

Tabel 4.18
Biaya dan Penghematan Alternatif 2

Biaya	Pewarna Alami	Rp 2.040.000
	Bahan Pendukung	Rp 570.000
Total Biaya		Rp 2.610.000
Penghematan	Pewarna Kimia	Rp 1.050.000
	Bahan Pembangkit	Rp 2.328.000
Total Penghematan		Rp 3.378.000

Maka deret seragam untuk alternatif 2:

$$\begin{aligned} \text{Annual Worth} &= \text{Penghematan} - \text{Pengeluaran} \\ &= \text{Rp } 3.378.000 - \text{Rp } 2.610.000 \\ &= \text{Rp } 768.000 \end{aligned}$$

4.3.6.2 Alternatif Terpilih

Berikut merupakan hasil perhitungan pemilihan alternatif metode deret seragam yang dapat dilihat pada tabel 4.19.

Tabel 4.19
Perbandingan Hasil Perhitungan Deret Seragam

Pertimbangan	Nilai Deret Seragam
Alternatif 1	Rp 529.209
Alternatif 2	Rp 768.000

Pemilihan alternatif dilakukan berdasarkan penghematan terbesar yang dapat diperoleh yang dinyatakan oleh nilai deret seragam tertinggi. Dapat diketahui bahwa kedua alternatif tersebut layak untuk dilaksanakan. Sesuai dengan nilai deret seragam, maka alternatif 2 yang lebih unggul, karena memiliki nilai sebesar Rp 768.000. Hal tersebut membuktikan bahwa dengan melaksanakan alternatif 2, maka akan didapatkan keuntungan yang lebih besar. Langkah selanjutnya adalah mengukur estimasi kontribusi alternatif terpilih terhadap tingkat produktivitas dan indeks *Environmental Performance Indicator*

(EPI) untuk mengetahui seberapa besar pengaruh alternatif terpilih terhadap produktivitas dan kinerja lingkungan.

4.3.7 Estimasi Kontribusi Alternatif Terpilih

Setelah diperoleh solusi terpilih yaitu alternatif 2 dengan mengganti pewarna kimia dengan pewarna yang berbahan alami (*Indigofera*), langkah selanjutnya adalah mengukur seberapa besar pengaruh alternatif terpilih terhadap produktivitas dan kinerja lingkungan. Produktivitas diukur berdasarkan *input* dan *output* berdasarkan biaya, sedangkan kinerja lingkungan diukur berdasarkan *Environmental Performance Indicator* (EPI). Berikut merupakan estimasi kontribusi alternatif terpilih terhadap produktivitas dan indeks EPI.

4.3.7.1 Estimasi Kontribusi Alternatif Terpilih Terhadap Produktivitas

Untuk mengetahui seberapa besar peningkatan produktivitas yang dapat dicapai jika mengimplementasikan alternatif terpilih, maka dapat diestimasi berdasarkan penghematan yang dapat dilakukan. Tingkat produktivitas rata-rata perusahaan Januari 2016 – Desember 2016 adalah 115,79%. Berikut merupakan perhitungan estimasi kontribusi alternatif terpilih terhadap tingkat produktivitas saat ini.

a. Estimasi *Output*

Jika menerapkan alternatif 1 diperkirakan tidak terjadi perubahan terhadap *output*, sehingga estimasi berdasarkan rata-rata *output* selama periode bulan januari 2016 sampai dengan bulan desember 2016 adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Estimasi Output} &= \text{Rp } 252.300.000 / \text{tahun} \\ &= \frac{252.300.000}{12} \\ &= \text{Rp } 21.025.000 / \text{bulan} \end{aligned}$$

b. Estimasi *Input*

1. Estimasi *input* bahan baku utama

Jika melaksanakan alternatif 2 diperkirakan tidak terjadi perubahan terhadap jumlah *input* bahan baku utama sehingga dihitung berdasarkan rata-rata *input* bahan baku utama selama periode januari sampai desember 2016.

$$\begin{aligned} \text{Estimasi} &= \text{Rp } 39.113.400 / \text{tahun} \\ &= \frac{39.113.400}{12} \\ &= \text{Rp } 3.259.400 / \text{bulan} \end{aligned}$$

2. Estimasi *input* bahan baku pendukung

Jika melaksanakan alternatif 2 akan berpengaruh terhadap jumlah *input* bahan baku pendukung yang akan digunakan karena adanya penggantian pewarna alami dan terjadi penghematan penggunaan pewarnatekstil serta bahan pendukung kimia yang tidak dipakai lagi.

$$\begin{aligned} \text{Estimasi} &= \text{Input} + \text{Kebutuhan pewarna alami} - \text{Penghematan} \\ &= (\text{Rp } 7.729.600 / \text{tahun}) \\ &\quad + (\text{Rp } 2.610.000 / \text{tahun}) - (\text{Rp } 3.378.000 / \text{tahun}) \\ &= \frac{\text{Rp } 6.961.600}{12} \\ &= \text{Rp } 580.133 / \text{bulan} \end{aligned}$$

3. Estimasi *input* biaya variabel

Jika melaksanakan alternatif 2 diperkirakan tidak terjadi perubahan terhadap jumlah *input* biaya variabel sehingga dihitung berdasarkan rata-rata *input* biaya variabel selama periode januari sampai desember 2016.

$$\begin{aligned} \text{Estimasi} &= \text{Rp } 5.134.000 / \text{tahun} \\ &= \frac{5.134.000}{12} \\ &= \text{Rp } 427.833 / \text{bulan} \end{aligned}$$

4. Estimasi *input* biaya tenaga kerja

Jika melaksanakan alternatif 2 diperkirakan tidak terjadi perubahan terhadap jumlah *input* biaya tenaga kerja sehingga dihitung berdasarkan rata-rata *input* biaya variabel selama periode januari sampai desember 2016.

$$\begin{aligned} \text{Estimasi} &= \text{Rp } 148.030.000 / \text{tahun} \\ &= \frac{148.030.000}{12} \\ &= \text{Rp } 12.335.833 / \text{bulan} \end{aligned}$$

5. Total Estimasi *Input*

Jika melaksanakan alternatif 2, estimasi *input* keseluruhan adalah:

$$\begin{aligned} \text{Estimasi} &= \text{Input bahan baku utama} + \text{Input bahan baku pendukung} \\ &\quad + \text{Input biaya variabel} + \text{Input biaya tenaga kerja} \\ &= \text{Rp } 3.259.400 + \text{Rp } 580.133 + \text{Rp } 427.833 + \text{Rp } 12.335.833 \\ &= \text{Rp } 16.603.199 \end{aligned}$$

6. Estimasi Produktivitas

Dengan melaksanakan alternatif 2 akan memberikan kontribusi terhadap tingkat produktivitas. Berikut merupakan perhitungan estimasi kontribusi terhadap tingkat produktivitas jika menerapkan alternatif 2:

$$\text{Estimasi Produktivitas} = \text{Output rata-rata} / \text{Input rata-rata}$$

$$= \text{Rp } 21.025.000 / \text{Rp } 16.603.199$$

$$= 126,63\%$$

Dengan melaksanakan alternatif 2, maka diperkirakan akan memberikan kontribusi sebesar 10,84% terhadap tingkat produktivitas.

4.3.7.2 Estimasi Kontribusi Alternatif Terpilih Terhadap Kinerja Lingkungan

Setelah dilakukan perbaikan sesuai dengan alternatif terpilih, maka langkah selanjutnya adalah pengujian kembali kadar limbah cair untuk mengetahui berapa kandungan masing-masing parameter zat kimia pada limbah cair tersebut. Setelah dilakukan pengujian, dapat dilihat bahwa alternatif terpilih dapat memberikan penurunan kandungan bahan pencemar dalam air, sehingga sisa-sisa pewarna yang terbuang bersama air proses juga berkurang. Maka dapat dikatakan bahwa kandungan zat pewarna dalam limbah juga menurun. Tabel 4.20 merupakan hasil analisa limbah cair setelah dilakukan perbaikan.

Tabel 4.20
Hasil Analisa Kualitas Limbah Cair Setelah Perbaikan

Parameter	Hasil Analisa	Metode Pengukuran
BOD	738,3 mg/L	APHA. 5210 B-1998
COD	2930 mg/L	QI/ LKA/19 (Spektrophotometri)
TSS	38,6mg/L	APHA. 2540 D-2005
Phenol	0,105 mg/L	QI/ LKA/13 (Spektrophotometri)
Krom	tidak terdeteksi	1. APHA. 3111 B-2005
Amonia	0,323mg/L	APHA. 4500 -NH3 F-2005
Sulfida	0,006 mg/L	APHA. 4500 -S2 D-2005
Minyak dan Lemak	2,8 mg/L	APHA. 5520 B-1998
pH	10,8	QI/ LKA/08 (Elektrometri)

Dengan menerapkan solusi alternatif terpilih, terbukti bahwa dapat menurunkan kadar limbah hasil produksi batik. Langkah selanjutnya adalah perhitungan estimasi kontribusi.

Berikut merupakan perhitungan estimasi kontribusi alternatif terpilih terhadap indeks *Environmental Performance Indicator* (EPI) saat ini. Tabel 4.21 merupakan hasil perhitungan estimasi kontribusi alternatif terpilih terhadap indeks EPI.

Tabel 4.21
Hasil Estimasi Kontribusi Indeks EPI

Parameter	Bobot (Wi)	Standar Baku Mutu	Hasil Analisa	Penyimpangan (Pi)	Indeks EPI (Wi.Pi)
BOD	0,143	60 mg/l	738,3 mg/l	-11,305	-1,617
COD	0,219	150 mg/l	2930 mg/l	-18,533	-4,059
TSS	0,154	50 mg/l	38,6 mg/l	0,228	0,035
Phenol	0,098	0,5 mg/l	0,105 mg/l	0,790	0,077
Krom	0,052	1 mg/l	tidak terdeteksi	-	0

Parameter	Bobot (Wi)	Standar Baku Mutu	Hasil Analisa	Penyimpangan (Pi)	Indeks EPI (Wi.Pi)
Amonia	0,061	8 mg/ l	0,323 mg/l	0,959	0,059
Sulfida	0,116	0,3 mg/l	0,006 mg/l	0,980	0,114
Minyak dan Lemak	0,040	3 mg/l	2,8 mg/l	0,067	0,003
pH	0,114	6-9	10,8	-0,200	0,198
Indeks EPI Total = -5,190					

Dengan penurunan kadar seperti yang ditunjukkan pada hasil uji kualitas air limbah kedua, maka indeks diperkirakan dapat memberikan kontribusi indeks EPI sebesar 43,602.

4.3.8 Penyusunan Rencana Implementasi Alternatif Terpilih

Berdasarkan pemilihan alternatif dengan metode deret seragam, maka alternatif 2 adalah alternatif solusi yang memberikan keuntungan yang lebih besar daripada alternatif 1. Solusi tersebut mampu memberikan peningkatan terhadap produktivitas dan perbaikan terhadap kinerja lingkungan. Langkah selanjutnya setelah diperoleh solusi terpilih adalah menyusun rencana untuk menerapkan alternatif tersebut. Perencanaan tersebut meliputi tujuan dan target yang ingin dicapai serta usaha yang akan dilakukan untuk mencapai target yang diinginkan. Rencana implementasi alternatif terpilih dapat dilihat pada tabel 4.22.

Tabel 4.22

Rencana Implementasi Alternatif Terpilih

Tujuan	Target	Tindakan	Pelaksana
Mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan	Menurunkan kandungan dalam limbah sehingga mendekati standar baku mutu	Penggantian bahan baku kimia dengan bahan baku alami	Pimpinan Perusahaan

4.4 Analisa Dan Pembahasan

4.4.1 Analisa Tingkat Produktivitas

Pengukuran produktivitas dilakukan dengan membandingkan data *output* dan data *input* perusahaan pada periode bulan Januari 2016 – Desember 2016. Data *output* dan *input* tersebut berdasarkan biaya yang diperoleh sebagai hasil penjualan dan biaya yang dikeluarkan sebagai modal usaha untuk melakukan proses produksi batik tulis. Pengukuran tingkat produktivitas pada Batik Blimbing Malang berada pada angka 111,77%-119,47% dan menunjukkan hasil rata-rata selama satu tahun sebesar 115,79%. Angka tersebut merepresentasikan tingkat produktivitas yang diperoleh sudah baik, akan tetapi dapat ditingkatkan lagi dikarenakan pihak perusahaan menginginkan keuntungan yang lebih besar kedepannya.

4.4.2 Analisa Kinerja Lingkungan

Kinerja Lingkungan didapatkan berdasarkan Indeks *Environmental Performance Indicator*. Dibutuhkan bobot yang bisa didapatkan melalui kuesioner kepada responden yang dianggap kompeten dalam bidang kimia lingkungan. Penyebaran kuesioner diajukan kepada 3 orang responden, yaitu pekerja pada Laboratorium Kualitas Air Jasa Tirta 1 yang tentunya paham akan dampak lingkungan yang disebabkan tiap parameter yang diukur. Kuesioner tersebut dimaksudkan untuk mengetahui tingkat bahaya dari masing-masing parameter sesuai standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh kementerian lingkungan hidup. Skala penilaian pada kuesioner adalah 1-9, dimana semakin besar nilainya maka semakin besar pula bahayanya bagi lingkungan. Parameter terdiri dari 9 zat kimia yang telah ditetapkan yaitu BOD, COD, TSS, Phenol, CR Total, Amonia, Sulfida, Minyak atau Lemak, dan pH.

Indeks EPI diperoleh dengan mengalikan bobot yaitu penyimpangan standar baku mutu dengan hasil analisa uji kualitas air. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai indeks EPI perusahaan bernilai sebesar -48,792. Angka tersebut menunjukkan bahwa kinerja lingkungan pada Batik Blimbing Malang masih dibawah standar baku mutu. Nilai negatif menandakan bahwa terdapat banyak kandungan zat kimia dalam limbahnya yang melebihi batas maksimum standar baku mutu limbah cair bagi industri tekstil yang telah ditetapkan berdasarkan Kepmen LH No. 5 tahun 2014. Setelah dilakukan perbaikan dengan mengganti bahan baku dengan bahan yang alami (*Indigofera Tinctoria*), maka terjadi peningkatan indeks EPI menjadi -5,190. Hal tersebut menyatakan bahwa dengan menerapkan alternatif 2 maka akan didapat peningkatan indeks EPI sebesar 43,602.

4.4.3 Analisa Penyusunan Alternatif Solusi

Mengacu pada permasalahan yang timbul akibat limbah cair pada proses pembuatan batik, maka disusunlah alternatif-alternatif solusi yang dapat memperbaiki hal tersebut. Untuk merumuskan alternatif perbaikan ini dilakukan *brainstorming* dengan pihak pemilik perusahaan yang mengerti tentang proses produksi batik maupun pihak lainnya yang dianggap mengerti tentang pengurangan kadar suatu zat cair. Disamping itu, dilakukan pencarian informasi mengenai upaya penanganan kadar limbah cair yang tinggi melalui *internet*, jurnal penelitian, dan buku referensi. Dari semua usaha tersebut, dirumuskan 2 alternatif perbaikan yang diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan. Berdasarkan 2 alternatif yang telah disusun, akan dipilih 1 alternatif solusi yang nantinya dapat diimplementasikan. Dasar pertimbangan pemilihan alternatif yaitu berdasarkan analisis

finansial dengan nilai deret seragam tertinggi.

Alternatif 1 yang diusulkan adalah pembuatan Pembuatan bak pengolahan limbah cair serta penyaring lilin dengan ukuran 64cm x 43,5cm x 31cm. Dengan menggunakan bak tersebut, maka limbah yang akan dibuang ke perairan dapat diolah terlebih dahulu dan dapat meminimalisir limbah lilin sekitar 0,2kg/ hari. Air sisa limbah yang mengandung lilin dapat dialirkan ke dalam bak sehingga dapat menyaring lilin dan menjernihkan limbah yang dihasilkan. Tentunya kadar limbah yang dihasilkan dapat terminimalisir dan selain itu dapat meningkatkan produktivitas perusahaan yaitu adanya penghematan biaya pada pembelian lilin/malam. Hal yang dimaksud adalah dengan menggunakan penyaring lilin tersebut maka sisa lilin bekas proses produksi dapat dikeringkan kemudian dilelehkan kembali sehingga dapat dipergunakan untuk proses produksi selanjutnya.

Alternatif 2 yang diusulkan adalah penggantian pewarna yang berbahan dasar kimia dengan pewarna alami. Pewarna ini berasal dari tanaman nila (*Indigofera Tinctoria*) yang dinilai dapat menurunkan kadar limbah yang berpotensi memberikan dampak pada pencemaran lingkungan, karena sisa-sisa pewarna alami yang terbuang bersama air limbah akan lebih mudah terurai dan tentunya lebih ramah lingkungan. Kebutuhan pewarna alami adalah 5kg/bulan dan bahan pendukung berupa kapur tohor dangula aren sebesar 5kg/bulan. Dalam penggunaannya, pewarna alami tidak membutuhkan bahan kimia penguat warna seperti garam diazonium, soda kaustik dan lain sebagainya. Sehingga dengan tidak dipakainya lagi zat kimia tersebut akan terjadi penghematan.

4.4.4 Analisa Pemilihan Alternatif Solusi

Berdasarkan 2 alternatif yang telah disusun sebelumnya akan dipilih 1 alternatif solusi yang nantinya akan diimplementasikan sebagai upaya perbaikan. Pemilihan alternatif solusi didasarkan pada analisis finansial menggunakan pendekatan Deret Seragam dengan nilai tertinggi. Analisa finansial dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan dari implementasi masing-masing alternatif dari segi finansial. Alternatif yang akan dipilih yaitu alternatif yang dapat memberikan biaya yang paling rendah, sehingga kemungkinan untuk diterapkannya semakin besar.

Alternatif pertama dapat memberikan penghematan sebesar Rp 2.808.000/tahun karena terjadi pengurangan pembelian lilin dan menghasilkan nilai deret seragam sebesar Rp 529.209. Sedangkan alternatif kedua dapat memberikan penghematan sebesar Rp 3.378.000 karena terjadi pengurangan pewarna tekstil berbahan kimia serta bahan kimia pendukungnya dan menghasilkan nilai deret seragam sebesar Rp 768.000. Maka alternatif

kedua dipilih karena dapat menghasilkan keuntungan yang lebih besar dibandingkan alternatif pertama.

4.4.5 Analisa Kontribusi Alternatif Terpilih

Berdasarkan pertimbangan pemilihan alternatif yang telah dituliskan pada pengolahan data, maka alternatif 2 diputuskan lebih layak untuk diimplementasikan. Kemudian dengan Alternatif 2 dapat memberikan peningkatan produktivitas dan kinerja lingkungan. Jadi, implementasi solusi yang dilakukan adalah penggantian warna tekstil/ kimia dengan pewarna alami (*Indigofera Tinctoria*). Dengan menerapkan alternatif tersebut maka dapat diperkirakan seberapa besar pengaruhnya terhadap produktivitas dan kinerja lingkungan.

Dengan menerapkan alternatif 2, maka kandungan zat kimia pada limbah cair juga dapat berkurang dengan adanya penggantian bahan baku yang berasal dari bahan alami (*Indigofera Tinctoria*). Bahan alami tersebut menurunkan kadar limbah yang dapat mencemari lingkungan, karena sisa pewarna alami yang terbuang bersama akan lebih mudah terurai. Tabel 4.23 merupakan perbandingan kandungan zat kimia sebelum dan setelah perbaikan.

Tabel 4.23
Perbandingan Kandungan Zat Kimia Sebelum Dan Setelah Perbaikan

Parameter	Hasil Analisa Limbah Cair	
	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
BOD	5226 mg/L	738,3 mg/L
COD	20900 mg/L	2930 mg/L
TSS	2036 mg/L	38,6 mg/L
Fenol Total	1,542 mg/L	0,105 mg/L
Krom Total (Cr)	tidak terdeteksi	tidak terdeteksi
Amonia Total (NH ₃ -N)	0,294 mg/L	0,323 mg/L
Sulfida (sebagai S)	0,007 mg/L	0,006 mg/L
Minyak dan Lemak	3 mg/L	2,8 mg/L
pH	11,8	10,8

Dengan hasil penurunan konsentrasi zat kimia pada limbah tersebut maka membuktikan bahwa setelah perbaikan akan tercipta proses produksi yang lebih ramah terhadap lingkungan. Penerapan metode GP akan dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan produktivitas sebesar 10,89% dan indeks EPI sebesar 43,602. Meskipun peningkatan yang dihasilkan tidak terlalu besar, akan tetapi hal tersebut dapat membuktikan bahwa dengan menerapkan metode GP dapat meningkatkan produktivitas dan kinerja lingkungan. Berikut merupakan rekap kontribusi yang dapat dihasilkan jika menerapkan alternatif terpilih.

Produktivitas dipengaruhi oleh adanya penghematan biaya yang didapatkan jika menerapkan alternatif solusi terpilih, yaitu penghematan penggunaan pewarna tekstil serta bahan pendukung kimia yang tidak dipakai lagi. Kinerja lingkungan yang dinyatakan dengan indeks EPI dipengaruhi oleh seberapa besar kandungan zat kimia yang mampu direduksi. Alternatif terpilih tersebut memberikan pengaruh penghematan penggunaan bahan baku dan penurunan kandungan bahan pencemar dalam air. Tabel 4.24 merupakan hasil estimasi kontribusi terhadap produktivitas dan kinerja lingkungan.

Tabel 4.24
Hasil Kontribusi Alternatif Terpilih

No.	Faktor	Kondisi Awal	Setelah Perbaikan	Besar Kontribusi
1	Estimasi Terhadap Produktivitas	115,79%	126,63%	10,84%
2	Estimasi Terhadap Kinerja Lingkungan	-48,792	-5,190	+43,602

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V PENUTUP

Pada Bab ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan yang ditunjukkan untuk menjawab rumusan masalah berdasarkan hasil pembahasan pada bab sebelumnya, serta memberikan saran baik bagi perusahaan dan juga bagi penelitian selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengolahan dan analisa, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Tingkat produktivitas pada Batik Blimbing Malang periode Januari 2016 - Desember 2016 cukup stabil, berada pada angkah 111,77%-119,47% dan menghasilkan rata-rata sebesar 115,79%. Angkanya tersebut menunjukkan bahwa produktivitas stabil dan dapat ditingkatkan lagi agar pihak perusahaan mendapatkan keuntungan yang lebih besarkedepannya.
2. Nilai Kinerja lingkungan yang dihitung dengan *Environmental Performance Indicator* (EPI) pada Batik Blimbing Malang adalah sebesar -48,792 yang berarti bahwa tingkat kinerja lingkungan pada Batik Blimbing Malang masih dibawah standar dan hal tersebut mengindikasikan jumlah kandungan zat kimia Batik Blimbing Malang melebihi standar baku mutu limbah cair yang ditetapkan berdasarkan Kepmen LH No. 5 tahun 2014.
3. Permasalahan yang terjadi di Batik Blimbing Malang adalah tingginya kandungan zat kimia yang dihasilkan berdasarkan hasil dari analisa kualitas air dan perhitungan indeks EPI. Limbah cair yang dihasilkan tersebut yaitu berupa sisa dari proses ngloyor, nyoga, nglorod dan pencucian.
4. Solusi terpilih pada penelitian ini didapatkan berdasarkan nilai deret seragam tertinggi yaitu pada alternatif 2 yaitu menggunakan zat pewarna alami (*Indigofera Tinctoria*). Alternatif 2 memiliki nilai deret seragam sebesar Rp 768.000. Estimasi kontribusi alternatif 2 terhadap tingkat produktivitas menjadi sebesar 126,63% atau meningkat sebesar 10,84%. Kemudian, alternatif 2 juga memberikan kontribusi perbaikan indeks EPI menjadi sebesar -5,190 atau meningkat sebesar 43,602.
5. Implementasi metode *Green Productivity* terbukti dapat meningkatkan produktivitas dan kinerja lingkungan. Dengan perbaikan tersebut, maka kandungan zat kimia dalam

limbah dapat menurun yang mengarah pada proses produksi yang ramah lingkungan.

5.2 Saran

Berikut merupakan beberapa saran yang dapat diberikan setelah melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Konsentrasi parameter kimiada dalam limbah dapat diturunkan dengan perbaikan kualitas proses sehingga limbah akhir yang dihasilkan tidak mengandung bahan pencemar lingkungan dalam konsentrasi yang tinggi.
2. Alternatif solusi terpilih pada penelitian ini diharapkan dapat diterima, dipertimbangkan, kemudian diterapkan oleh pihak perusahaan sebagai pandangan dalam perbaikan kualitas produksi yang lebih ramah terhadap lingkungan.
3. Implementasi metode *Green Productivity* diharapkan dapat dilakukan secara berkesinambungan dan berkelanjutan untuk meningkatkan produktivitas dan kinerja jalang lingkungan yang jauh lebih baik kedepannya.

