

## ANALISIS PENERAPAN PRODUKSI BERSIH PADA BATIK PRINTING IKM BATIK PUSPA KENCANA LAWEYAN SURAKARTA

### ANALYSIS OF CLEANER PRODUCTION IMPLEMENTATION IN PRINTED BATIK AT BATIK PUSPA KENCANA SME IN LAWEYAN SURAKARTA

Bambang Suhardi<sup>\*</sup>, Pringgo Widyo Laksono, dan Nabila Nur Fadhilah

Program Studi Sarjana Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret  
Jl. Ir. Sutami No. 36 A, Surakarta, Indonesia  
Email: bambangsuhardi\_ugm@yahoo.co.id

Makalah: Diterima 23 Februari 2017; Diperbaiki 2 Agustus 2017; Disetujui 10 Agustus 2017

#### ABSTRACT

*Cleaner production is a strategy to reduce environmental pollution and also reducing resources consumption. The aim of this research was to choose alternative solutions for the implementation of cleaner production in printed batik in Batik Puspa Kencana Small Medium Enterprise (SME) using Analytic Hierarchy Process (AHP) method. Printed batik production in Batik Puspa Kencana SME produces environmental waste in the form of over consumption of energy, water and raw materials; disposal of wastewater directly into the river; and the use of chemical dyes that are harmful to human health and the environment. Identification of the problem used Ergonomic Checklist for Cleaner Production, which consisted of energy usage in general, water usage in general, material and chemical substance usage in general, and also prevention of pollution and waste in general. Then, determination of the causes of the problem used Fishbone diagram and 5W1H Method (What, Where, Who, When, Why, and How), so obtained several alternative solutions. The next step was AHP to determine and assess alternative solutions based on technical, economical and environmental aspects. The result shows that "Just buying dyes are always used" was the best alternative solution to implement cleaner production that can be implemented by the company. Cleaner production can be done by buying raw materials as needed and at the right time.*

*Keywords: batik, cleaner production, ergonomic checklist, analytic hierarchy process (AHP)*

#### ABSTRAK

Produksi bersih merupakan strategi untuk mengurangi pencemaran lingkungan dan secara bersamaan mengurangi konsumsi sumber daya. Penelitian ini bertujuan untuk memilih alternatif solusi penerapan produksi bersih pada batik printing IKM Batik Puspa Kencana dengan menggunakan metode AHP. Proses produksi pada batik printing IKM Batik Puspa Kencana menghasilkan limbah lingkungan berupa konsumsi energi, air, dan bahan baku yang berlebihan; pembuangan limbah cair langsung ke sungai; dan penggunaan zat pewarna kimia yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Identifikasi masalah menggunakan daftar periksa ergonomi khusus produksi bersih, meliputi penggunaan energi secara umum, penggunaan air secara umum, penggunaan material dan bahan kimia secara umum, serta pencegahan polusi dan limbah secara umum. Kemudian pemecahan masalah dengan fishbone diagram dan Metode 5W1H (Apa, Dimana, Siapa, Kapan, Mengapa, dan Bagaimana) sehingga diperoleh beberapa alternatif solusi. Selanjutnya *Analytic Hierarchy Process* (AHP) menilai bobot alternatif solusi berdasarkan aspek teknis, ekonomis, dan lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa "Membeli zat pewarna yang sering digunakan saja" merupakan alternatif solusi penerapan produksi bersih yang tepat untuk diterapkan pada perusahaan. Produksi bersih bisa dilakukan dengan cara membeli bahan baku sesuai kebutuhan dan pada saat yang tepat.

Kata kunci: batik, produksi bersih, daftar periksa ergonomi, *analytic hierarchy process* (AHP)

#### PENDAHULUAN

Produksi bersih merupakan strategi pengelolaan lingkungan yang bersifat *preventif* dan terpadu, yang perlu diterapkan secara berkesinambungan pada proses produksi dan daur hidup produk dengan tujuan untuk mengurangi dampak terhadap manusia dan lingkungan (UNEP, 2003). Idealnya setiap kegiatan industri berusaha untuk mencegah pencemaran sebelum pencemaran itu terjadi. Konsep *end-of-pipe-treatment* menitik beratkan pada pengolahan dan pembuangan limbah.

Konsep ini tidak sepenuhnya mampu memecahkan masalah lingkungan yang ada, sehingga pencemaran dan kerusakan lingkungan terus terjadi. Konsep *end-of-pipe-treatment* memerlukan biaya yang besar, sehingga faktor biaya menjadi kendala bagi industri skala kecil dan menengah. Permasalahan ini yang mengakibatkan terjadinya pencemaran dan kerusakan lingkungan yang kondisinya semakin parah apabila dibarengi dengan lemahnya penegakan hukum.

Industri batik mempunyai peranan penting bagi perekonomian di Kota Surakarta, berdasarkan nilai ekspor dan penyerapan tenaga kerja. Industri

<sup>\*</sup>Penulis Korespondensi

batik di Kota Surakarta menjadi salah satu penyumbang devisa ekspor tertinggi kedua setelah industri tekstil dan produk tekstil (TPT), dimana nilai ekspor pada tahun 2014 sebesar US\$ 9.450.508,89 (BPS Kota Surakarta, 2015). Industri TPT (tekstil, batik, dan garmen) menyerap tenaga kerja sebanyak 51,67% (7.341 orang) dari keseluruhan jumlah tenaga kerja industri pengolahan di Kota Surakarta 7.341 (BPS Kota Surakarta, 2016).

Keberadaan industri batik di Kota Surakarta menarik untuk dikaji. Satu sisi menguntungkan dari sudut pandang ekonomi tetapi tidak menguntungkan dari dampak yang ditimbulkan oleh industri batik. Suhardi (2012) menyatakan keberadaan industri TPT (termasuk di dalamnya industri batik) di Kota Surakarta dan Kabupaten Karanganyar menyebabkan pencemaran terhadap air, udara, selokan, dan sungai.

Batik berdasarkan teknik pembuatannya dibagi menjadi tiga, yaitu: batik tulis, batik cap, dan batik *printing* (batikkirani.blogspot.co.id). Batik tulis adalah batik yang dibuat dengan menggunakan canting dengan lama proses pembuatan sekitar 2-3 bulan. Batik cap adalah corak batik yang dibentuk dengan cap/stempel dengan lama proses pembuatan sekitar 2-3 hari. Batik tulis dan batik cap menggunakan malam (lilin yang dipanaskan). Batik *printing* adalah batik yang proses pembuatannya dicetak melalui proses sablon dengan lama proses pembuatan sekitar 5 menit. Batik *printing* tidak menggunakan lilin/malam.

Batik *printing* banyak beredar di pasaran dibandingkan batik tulis dan batik cap dengan alasan sebagai berikut: 1) corak batik *printing* cenderung sempurna dibandingkan batik tulis dan batik cap, 2) pengerjaan lebih cepat, 3) secara umum harga lebih murah. Fenomena ini yang menjadi daya tarik bagi konsumen untuk memilih batik *printing* dibandingkan batik tulis dan batik cap. Batik *printing* bukan hanya sebagai produk yang dijual ke pasar, tetapi juga sebagai hasil dari pemanfaatan teknologi. Teknologi yang terkait dalam produksi batik *printing* adalah alat cetak dan pewarna sintetis. Batik *printing* unggul dalam kecepatan proses, maka pewarna yang digunakan adalah pewarna sintetis. Pewarna alami menghasilkan warna yang tidak terlalu terang dan membutuhkan waktu lama (dimulai dari pengumpulan bahan pewarna yang makin sulit, sampai membuat ekstrak warna). Warna sintetis tidak bersahabat pada alam, sebab limbah yang dihasilkan bersifat merusak dan tidak mudah diurai oleh alam.

Industri Kecil Menengah (IKM) Batik Puspa Kencana merupakan produsen batik *printing* di Kota Surakarta. Setiap aktivitas proses produksi selain menghasilkan produk/jasa juga menghasilkan limbah. ILO (2013) menyatakan limbah lingkungan meliputi energi, air, atau bahan baku yang dikonsumsi berlebihan dari apa yang dibutuhkan; polutan dan limbah material yang dilepaskan ke lingkungan seperti emisi udara, pembuangan air limbah, limbah berbahaya, dan limbah padat; zat berbahaya yang

mempengaruhi kesehatan manusia atau lingkungan hidup. Pengamatan langsung pada aktivitas proses produksi maupun pada kondisi lingkungan kerja di IKM Batik Puspa Kencana menunjukkan bahwa industri ini belum mengelola proses produksi dengan baik, dibuktikan dengan tingkat pemakaian air pada stasiun kerja pencucian kain batik *printing* kurang terkontrol; proses penyablonan batik *printing* menghasilkan sisa zat pewarna yang terbuang sia-sia; zat pewarna berceceran di lantai produksi; dan tingginya produk *defect*. Data produksi batik *printing* IKM Batik Puspa Kencana pada April 2015 menunjukkan bahwa 19% atau sebanyak 217 produk *defect* dihasilkan dari total produksi 1.165 potong kain batik (Mutiarahadi, 2015). Selain itu, pembuangan limbah cair langsung ke sungai tanpa adanya pengolahan limbah. Tidak mengikuti program Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang dikelola oleh warga Kampoeng Batik Laweyan, sehingga limbah cair yang dihasilkan menyebabkan pencemaran sungai. Menurut Wardani (2015), industri yang menggunakan pewarna buatan di Kampung Batik Laweyan sebesar 61%, sedangkan yang menggunakan pewarna alami 39%. Dimana batik *printing* IKM Batik Puspa Kencana ini tergolong pada industri yang menggunakan zat pewarna buatan. Pemakaian zat warna buatan oleh industri batik *printing* mengakibatkan dampak pencemaran terhadap lingkungan menjadi. Batik *printing* menjadi obyek penelitian dengan alasan pemakaian zat pewarna buatan lebih berbahaya dibandingkan pemakaian zat warna alami (Kurniawan *et al.*, 2013). Proses produksi batik *printing* lebih cepat dibandingkan proses produksi batik tulis dan batik cap, sehingga limbah yang dihasilkan juga lebih banyak.

Limbah yang dihasilkan oleh industri batik ini harus dikelola dengan baik. Metode AMDAL tidak bisa diterapkan untuk mengelola limbah yang dihasilkan IKM Batik Puspa Kencana. AMDAL merupakan kajian dampak besar dan penting terhadap lingkungan hidup, dibuat pada tahap perencanaan, dan digunakan untuk pengambilan keputusan (Kristanto, 2004). demikian juga dengan metode PROPER. PROPER dikembangkan dengan beberapa prinsip dasar, yakni peserta PROPER bersifat selektif, yaitu diperuntukan bagi industri yang menimbulkan dampak besar dan meluas terhadap lingkungan dan industri peduli dengan citra atau reputasi perusahaannya (PROPER, 2015).

Untuk mengatasi masalah limbah yang dihasilkan IKM Batik Puspa Kencana maka perlu diterapkan metode produksi bersih. Untuk itu perlu dikembangkan metode pengelolaan limbah dengan strategi pollution preventif. Produksi bersih adalah strategi untuk mengurangi pencemaran lingkungan dan secara bersamaan mengurangi konsumsi sumber daya (ILO, 2013). Keuntungan yang diperoleh oleh suatu industri apabila menerapkan konsep produksi bersih diantaranya adalah memperbaiki efisiensi,

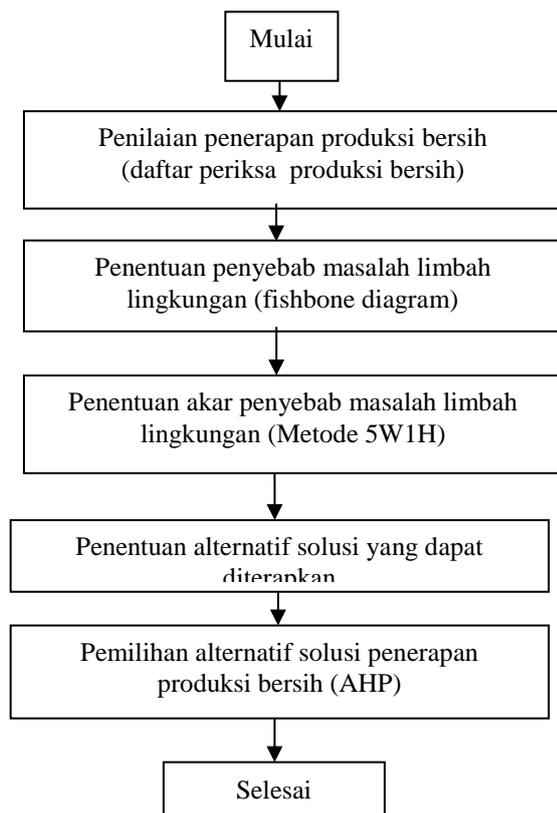
meningkatkan performansi lingkungan, dan meningkatkan keuntungan kompetitif (Indrasti dan Fauzi, 2009).

Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) digunakan untuk memilih alternatif solusi penerapan produksi bersih. Pemilihan alternatif solusi ini untuk menentukan alternatif solusi yang tepat agar dapat diterapkan pada IKM Batik Puspa Kencana. Penelitian ini bertujuan untuk memilih alternatif solusi penerapan produksi bersih di IKM Batik Puspa Kencana dengan menggunakan metode AHP.

## METODE PENELITIAN

### Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada IKM Batik Puspa Kencana di Kota Surakarta. Tahapan Penelitian disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Data yang dibutuhkan terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari obyek yang diteliti menggunakan alat bantu kuesioner dan wawancara secara mendalam untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan seperti proses produksi, bahan baku yang digunakan, penggunaan energi secara umum, penggunaan air secara umum, penggunaan material dan bahan kimia secara umum, dan pencegahan limbah dan polusi secara umum. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari

IKM Batik Puspa Kencana terutama data jumlah produksi dan jenis produk. Dalam penelitian ini digunakan beberapa metode analisis data yang terdiri dari:

### Penilaian Penerapan Produksi Bersih

Penilaian penerapan produksi bersih menggunakan daftar periksa produksi bersih. Daftar periksa produksi bersih merupakan panduan yang diterbitkan oleh *International Labour Organization* (ILO). *Tools* ini menyajikan tabel yang berisi aspek utama dan aktivitas yang berkaitan dengan penerapan produksi bersih di perusahaan. Aspek utama dalam *tools* ini meliputi “Penggunaan energi secara umum”, “Penggunaan air secara umum”, “Penggunaan material dan bahan kimia secara umum”, dan “Pencegahan polusi dan limbah secara umum”. Pengisian *checklist* dilakukan pada kolom “YA” dan “TIDAK” tiap baris aktivitas. *Checklist* pada kolom “YA” menunjukkan bahwa aktivitas tersebut yang sudah menerapkan konsep produksi bersih, sedangkan *checklist* pada kolom “TIDAK” menunjukkan bahwa belum diterapkannya konsep produksi bersih pada aktivitas tersebut. Jumlah *checklist* masing-masing kolom dijumlahkan dan dihitung persentasenya per aspek, sehingga diketahui aspek mana yang memberikan kontribusi terbesar dalam permasalahan limbah lingkungan di perusahaan.

### Penentuan Penyebab Masalah Limbah Lingkungan

Hasil penilaian dari daftar periksa produksi bersih akan diolah dengan menggunakan *fishbone diagram*. *Fishbone diagram* digunakan untuk mengidentifikasi kemungkinan penyebab masalah dan terutama ketika sebuah tim cenderung jatuh berpikir pada rutinitas (Tague, 2005). *Fishbone diagram* merupakan sebuah alat analisis yang sistematis, bertujuan untuk melihat sebab dan akibat yang ditimbulkan dari masalah-masalah tersebut, maka dari itu *Fishbone Diagram* disebut juga dengan *Cause and Effect Diagram* (Watson dalam Ilie dan Ciocoiu, 2010). Penentuan penyebab permasalahan dilakukan melalui diskusi dan *brainstorming* dengan pemilik dan operator produksi batik *printing* IKM Batik Puspa Kencana.

### Penentuan Akar Penyebab Masalah Limbah Lingkungan

Metode 5W1H (*What, Where, Who, When, Why, dan How*) digunakan untuk menjabarkan kelima faktor penyebab pada *fishbone diagram* secara rinci. Metode 5W1H merupakan metode yang efektif untuk mengumpulkan informasi (Quan, 2013). Informasi mengenai 5W1H ini diperoleh berdasarkan sesi diskusi dengan pemilik dan operator produksi pada batik *printing* IKM Batik Puspa Kencana.

*What* mengacu pada pertanyaan apa permasalahan yang dialami pada perusahaan. *Where* merupakan pertanyaan dimana permasalahan ini terjadi. *Who* merujuk pada siapa yang bertanggung jawab terhadap permasalahan ini. *When* merupakan pertanyaan kapan biasanya permasalahan ini terjadi. *Why* mengacu pada pertanyaan mengapa permasalahan tersebut dapat terjadi atau penyebab dari permasalahan. *How* merujuk pada pertanyaan bagaimana mengatasi permasalahan tersebut atau solusi dari permasalahan.

### Penentuan Alternatif Solusi

Penentuan alternatif solusi berdasarkan hasil diskusi pada metode 5W1H, khususnya pertanyaan *How*. Alternatif solusi didiskusikan kembali sehingga menghasilkan alternatif solusi yang memungkinkan jika diterapkan oleh IKM Batik Puspa Kencana.

### Pemilihan Alternatif Solusi Produksi Bersih

Pemilihan alternatif solusi produksi bersih pada IKM Batik Puspa Kencana menggunakan metode AHP. AHP merupakan pendekatan dalam pengambilan keputusan multikriteria dengan merumuskan kriteria dan alternatif dalam struktur hierarkis. Perumusan kriteria, tujuan, dan alternatif sebagai pohon hirarki menggambarkan secara menyeluruh mengenai hubungan yang kompleks. Metode AHP berperan dalam membantu melakukan penilaian melalui perbandingan secara berpasangan antar elemen secara akurat (Srdevic *et al.*, 2011).

Tahapan pemilihan alternatif solusi penerapan produksi bersih menggunakan AHP adalah sebagai berikut.

1. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan.
2. Membuat struktur hirarki yang diawali dengan tujuan umum, dilanjutkan dengan kriteria-kriteria dan alternatif-alternatif pilihan yang ingin diperingkatkan.
3. Melakukan penilaian menggunakan skala Saaty (2008) berdasarkan pilihan atau *judgement* dari pembuat keputusan dengan menilai tingkat kepentingan suatu elemen dibandingkan elemen lainnya
4. Menghitung rataan geometrik jika jumlah responden ataupun pembuat keputusan berjumlah lebih dari satu orang (Ishizaka dan Nemery, 2013).
5. Membentuk matriks perbandingan berpasangan yang menggambarkan kontribusi relatif atau pengaruh setiap elemen terhadap masing-masing tujuan atau kriteria yang setingkat diatas.
6. Menghitung nilai *eigenvector*, diawali dengan menghitung kuadrat matriks perbandingan berpasangan dengan operasi perkalian matriks.
7. Menjumlahkan setiap baris dan melakukan normalisasi matriks. Menormalkan data yaitu dengan membagi nilai dari setiap elemen di dalam matriks yang berpasangan dengan nilai total dari setiap kolom.
8. Menghitung selisih *eigenvector* antara iterasi pertama dan kedua, apabila selisih kedua iterasi lebih dari 0,0001 maka perhitungan *eigenvector* dilanjutkan hingga mencapai hasil optimal (Haas dan Meixner, 2009).
9. Menghitung nilai *eigenvector* maksimal ( $\lambda_{max}$ ), dengan menjumlahkan baris hasil perkalian matriks perbandingan berpasangan dengan *eigenvector* iterasi optimal.
10. Menguji konsistensi dari penilaian responden dengan menghitung nilai CI (*Consistency Index*) dan CR (*Consistency Ratio*). Nilai CR dipengaruhi oleh nilai CI dan RI (*Random Index*). Jika tidak memenuhi dengan  $CR \leq 0,100$  maka pengambilan data (preferensi) perlu diulangi.
11. Mengulangi langkah ke-4 hingga 10 untuk seluruh tingkat hierarki (tingkat alternatif).
12. Menghitung bobot akhir dari alternatif, yaitu dengan mengalikan bobot kriteria dengan bobot alternatif, sehingga diketahui masing-masing bobot alternatif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penilaian Penerapan Produksi Bersih

Aspek utama pada daftar periksa produksi bersih meliputi “penggunaan energi secara umum”, “penggunaan air secara umum”, “penggunaan material dan bahan kimia secara umum”, dan “pencegahan polusi dan limbah secara umum”. Rekapitulasi daftar periksa ergonomi khusus produksi bersih pada IKM Batik Puspa Kencana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi daftar periksa produksi bersih

Aspek	Kolom	Jumlah Checklist	Persentase
Penggunaan energi secara umum	Ya	7	78
	Tidak	2	22
Penggunaan air secara umum	Ya	2	33
	Tidak	4	67
Penggunaan material dan bahan kimia secara umum	Ya	3	25
	Tidak	9	75
Pencegahan polusi dan limbah secara umum	Ya	5	50
	Tidak	5	

Aspek “penggunaan energi secara umum” memiliki persentase “ya” lebih banyak dibandingkan aspek lainnya, yaitu sebesar 78%. artinya industri batik telah menerapkan konsep produksi bersih. Aspek “penggunaan material dan bahan kimia secara umum” memiliki persentase “tidak” lebih banyak dibandingkan aspek lainnya, yaitu sebesar 75%. artinya industri batik belum menerapkan konsep produksi bersih untuk aspek “penggunaan material dan bahan kimia secara umum”. Aspek “penggunaan material dan bahan kimia secara umum” karena

memiliki persentase jawaban “tidak” terbesar akan menjadi masukan pada tahap berikutnya.

**Penentuan Penyebab Masalah Limbah Lingkungan**

Poin-poin aktivitas pada aspek “penggunaan material dan bahan kimia secara umum” yang belum menerapkan konsep produksi bersih dibahas dalam sesi diskusi dan dicari penyebabnya. Peserta diskusi adalah peneliti, pemilik perusahaan, dan operator produksi. Pemilik perusahaan dan operator produksi dilibatkan dalam diskusi dengan pertimbangan mereka mengetahui prosedur kerja dan paham terhadap proses produksi di IKM Batik Puspa Kencana.

Pelaksanaan diskusi sebagai berikut. Peserta diskusi masuk dalam sebuah ruangan, kemudian peneliti akan bertanya terkait permasalahan pemakaian zat pewarna di IKM Batik Puspa Kencana. Semua jawaban akan ditulis di *whiteboard* oleh peneliti. Hasil diskusi sebagai berikut: 1) pemilik perusahaan menyatakan bahwa zat pewarna merupakan bahan baku dengan biaya pembelian paling tinggi diantara bahan baku lainnya, sehingga jika penggunaannya tidak efisien, maka perusahaan akan mengalami kerugian; 2) operator produksi menyatakan proses produksi selalu menghasilkan sisa zat pewarna, dimana sisa zat pewarna belum dapat digunakan kembali atau didaur ulang, sehingga diperlukan penanganan lebih lanjut mengenai sisa zat pewarna hasil proses produksi ini. Hasil diskusi menunjukkan bahwa penyebab permasalahan penggunaan zat pewarna meliputi faktor manusia,

metode, mesin, material, dan lingkungan. Hasil diskusi ini disajikan pada Gambar 2.

*Fishbone diagram* menunjukkan bahwa permasalahan yang berkaitan dengan penggunaan zat pewarna disebabkan faktor berikut ini:

Manusia

Operator mengukur takaran zat pewarna dengan perkiraan.

Metode

Sisa zat pewarna tidak dapat didaur ulang, belum menerapkan penyimpanan zat pewarna dengan azas FIFO (*First In First Out*), dan tidak dapat menerapkan pembelian zat pewarna secara “*just in time*”.

Mesin

Tidak ada sendok dengan ukuran khusus untuk menakar zat pewarna, tidak ada label keterangan pada toples, dan kurangnya jumlah toples penyimpanan.

Material

Ditemukan zat pewarna yang jarang digunakan, tidak dapat membeli zat pewarna dengan ukuran tertentu, dan menggunakan zat pewarna kimia (material).

Lingkungan

Sisa zat pewarna dibuang tanpa pengolahan terlebih dahulu dan zat pewarna tumpah atau berceceran di area kerja.



Gambar 2. Fishbone Diagram

### Penentuan Akar Penyebab Masalah Limbah Lingkungan

Masing-masing penyebab dari faktor manusia, metode, mesin, material, dan lingkungan dijabarkan lebih detail menggunakan metode 5W1H. Penggunaan metode 5W1H supaya diperoleh solusi

perbaikan yang lebih terarah dan terperinci. Informasi mengenai 5W1H ini diperoleh berdasarkan sesi diskusi antara peneliti dengan pemilik dan operator produksi pada IKM Batik Puspa Kencana. Hasil diskusi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. 5W1H pada permasalahan penggunaan zat pewarna

Faktor	What	Where	Who	When	Why	How
Manusia	Operator kurang hati-hati	Stasiun kerja pengukuran dan pencampuran zat pewarna	Operator stasiun kerja pengukuran dan pencampuran zat pewarna	Saat menuang zat pewarna	1. Karena banyaknya pesanan yang harus dikerjakan. 2. Meja kerja berantakan sehingga mengganggu konsentrasi operator	Membuat prosedur/standar mengukur dan mencampurkan zat pewarna
Metode	Sisa zat pewarna tidak dapat di daur ulang	Stasiun kerja penyablonan	Pemilik perusahaan dan seluruh operator produksi	Setelah selesai penyablonan kain	1. Untuk menjaga kualitas dari hasil penyablonan 2. Kurangnya pengetahuan dan pelatihan mengenai pengolahan limbah	1. Mempelajari teknologi sederhana dalam pengolahan limbah zat pewarna 2. Menjalinkan kerjasama dengan pihak terkait untuk pelatihan pengolahan limbah zat pewarna
	Tidak dapat menerapkan pembelian zat pewarna secara <i>just in time</i>	Inventori perusahaan	Pemilik perusahaan dan operator stasiun kerja pengukuran dan pencampuran zat pewarna	Saat akan membeli zat pewarna	Tidak dapat membeli zat pewarna dengan ukuran sesuai kebutuhan produksi	1. Membeli zat pewarna dengan warna yang sering digunakan saja 2. Lebih kreatif dalam mencampurkan zat pewarna yang dimiliki
	Belum menerapkan penyimpanan zat pewarna dengan azas FIFO	Stasiun kerja pengukuran dan pencampuran zat pewarna	Pemilik perusahaan dan operator stasiun kerja pengukuran dan pencampuran zat pewarna	Saat menyimpan zat pewarna pada toples	1. Menggunakan zat pewarna dengan azas LIFO 2. Tidak ada label tanggal pembelian zat pewarna 3. Tidak ada prosedur/standar penyimpanan zat pewarna	1. Membuat standar/prosedur penyimpanan zat pewarna 2. Memberi label tanggal pembelian 3. Menyediakan rak penyimpanan zat pewarna
Mesin	Tidak ada sendok	Stasiun kerja pengukuran	Operator stasiun kerja	Saat proses	Komposisi takaran zat pewarna yang	Membuat prosedur/standar

Faktor	What	Where	Who	When	Why	How
	dengan ukuran khusus untuk menakar zat pewarna	dan pencampuran zat pewarna	pengukuran dan pencampuran zat pewarna	pengukuran zat pewarna	berbeda-beda sesuai dengan warna yang dipesan	ar mengukur zat pewarna
	Kurangnya jumlah toples penyimpanan	Stasiun kerja pengukuran dan pencampuran zat pewarna	Pemilik perusahaan	Ketika menyimpan zat pewarna	1. Perusahaan memiliki zat pewarna dengan warna yang bervariasi 2. Tidak ada rak khusus toples penyimpanan	1. Menambah jumlah toples penyimpanan 2. Menyediakan rak penyimpanan zat pewarna
	Tidak ada label keterangan pada toples	Stasiun kerja pengukuran dan pencampuran zat pewarna	Pemilik perusahaan dan operator stasiun kerja pengukuran dan pencampuran zat pewarna	Ketika menyimpan zat pewarna	Tidak ada prosedur/standar penyimpanan zat pewarna	1. Membuat prosedur/standar penyimpanan zat pewarna 2. Memberi label tanggal pembelian
Material	Tidak dapat membeli zat pewarna dengan ukuran tertentu	Inventori perusahaan	Pemilik perusahaan	Saat akan membeli zat pewarna	Produsen menjual zat pewarna dalam satuan kilogram	1. Membeli zat pewarna dengan warna yang sering digunakan saja 2. Lebih kreatif dalam mencampurkan zat pewarna yang dimiliki
	Ditemukan zat pewarna yang jarang digunakan	Stasiun kerja pengukuran dan pencampuran zat pewarna	Pemilik perusahaan dan operator stasiun kerja pengukuran dan pencampuran zat pewarna	Saat akan membeli zat pewarna	1. Menggunakan zat pewarna dengan azas LIFO 2. Tidak ada label tanggal pembelian zat pewarna 3. Tidak ada prosedur/standar penyimpanan zat pewarna	1. Membuat prosedur/standar penyimpanan zat pewarna 2. Memberi label tanggal pembelian
	Menggunakan zat pewarna kimia	Inventori perusahaan	Pemilik perusahaan	Setiap proses produksi	Zat pewarna alami tidak mampu memenuhi kebutuhan perusahaan	Menjalinkan kerjasama dengan pihak terkait mengenai substitusi material zat pewarna
Lingkungan	Sisa zat pewarna dibuang tanpa pengolahan lebih dahulu	Stasiun kerja pencucian plangkan/scraper	Pemilik perusahaan dan seluruh operator produksi	Setelah selesai proses penyablonan kain	1. Kurangnya pelatihan dan pengetahuan mengenai pengolahan limbah	Mempelajari teknologi sederhana dalam pengolahan limbah zat pewarna

Faktor	What	Where	Who	When	Why	How
					2. Tidak mengikuti program IPAL komunal	
	Zat pewarna tumpah atau berceceran di area kerja	Stasiun kerja pengukuran dan pencampuran zat pewarna	Operator stasiun kerja pengukuran dan pencampuran zat pewarna	Saat menuang zat pewarna	1. Operator kurang berhati-hati 2. Tidak ada prosedur/standar kerja	1. Membuat prosedur/standar 2. Merapikan meja kerja

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui penyebab dan solusi perbaikan secara rinci terkait masalah limbah lingkungan di IKM Batik Puspa Kencana, yakni pada kolom *Why* dan *How*. Solusi perbaikan hasil metode 5W1H lebih rinci dan bervariasi, sehingga dapat dikelompokkan menjadi beberapa alternatif solusi yang sejenis dan dapat mengatasi beberapa permasalahan sekaligus berdasarkan stasiun kerjanya.

### Penentuan Alternatif Solusi

Penentuan alternatif solusi berdasarkan metode 5W1H pada awalnya ada 12 alternatif, kemudian dikelompokkan menjadi 5 alternatif. Pengelompokan 12 alternatif menjadi 5 alternatif disajikan pada Tabel 3.

Kelima alternatif solusi sebagai berikut: 1) membuat prosedur/standar mengukur dan mencampurkan zat pewarna; 2) menambah pengetahuan dan pelatihan mengenai pengolahan limbah; 3) menambah jumlah toples dan rak khusus penyimpanan zat pewarna; 4) membeli zat pewarna yang sering digunakan saja, dan 5) membuat prosedur/standar penyimpanan zat pewarna. Alternatif-alternatif tersebut digunakan sebagai masukan pada tahap berikutnya yaitu dinilai dan dipilih menggunakan metode AHP.

### Pemilihan Alternatif Solusi Produksi Bersih

Karena ada keterbatasan sumberdaya yang dimiliki oleh IKM Batik Puspa Kencana, maka alternatif solusi hasil dari metode 5W1H tidak bisa diterapkan dalam waktu yang bersamaan. Untuk itu perlu dilakukan pemeringkatan terhadap alternatif-alternatif tersebut dengan menggunakan metode AHP.

AHP digunakan untuk menilai alternatif-alternatif yang akan dipilih berdasarkan kriteria teknis, ekonomis, dan lingkungan. Responden yang terlibat dalam penilaian dan pemberian bobot ada empat orang, terdiri dari pemilik perusahaan, dua orang operator produksi, dan satu orang akademisi. Pemilihan responden sudah sesuai dengan tema penelitian. Pemilik perusahaan menguasai aspek proses produksi dan aspek keuangan perusahaan.

Operator produksi menguasai proses produksi. Sedangkan akademisi menguasai metode produksi bersih.

Tabel 3. Pengelompokan alternatif solusi hasil metode 5W1H dan alternatif solusi usulan

Alternatif Solusi Hasil 5W1H	Alternatif Solusi yang Diusulkan
Membuat prosedur/standar mencampurkan zat pewarna	Membuat prosedur/standar mengukur dan mencampurkan zat pewarna
Membuat prosedur/standar mengukur zat pewarna	
Mempelajari teknologi sederhana dalam pengolahan limbah zat pewarna	
Menjalin kerjasama dengan pihak terkait untuk pelatihan pengolahan limbah zat pewarna	Menambah pengetahuan dan pelatihan mengenai pengolahan limbah
Menjalin kerjasama dengan pihak terkait mengenai substitusi material zat pewarna	
Menyediakan rak penyimpanan zat pewarna	Menambah jumlah toples dan rak khusus penyimpanan zat pewarna
Menambah jumlah toples penyimpanan	
Membeli zat pewarna dengan warna yang sering digunakan saja	Membeli zat pewarna yang sering digunakan saja
Lebih kreatif dalam mencampurkan zat pewarna yang dimiliki	
Membuat prosedur/standar penyimpanan zat pewarna	Membuat prosedur/standar penyimpanan zat pewarna
Merapikan meja kerja	

Memberi label tanggal pembelian

Hasil penilaian dan pemberian bobot terhadap kriteria teknis, ekonomis, dan lingkungan disajikan pada Tabel 4.

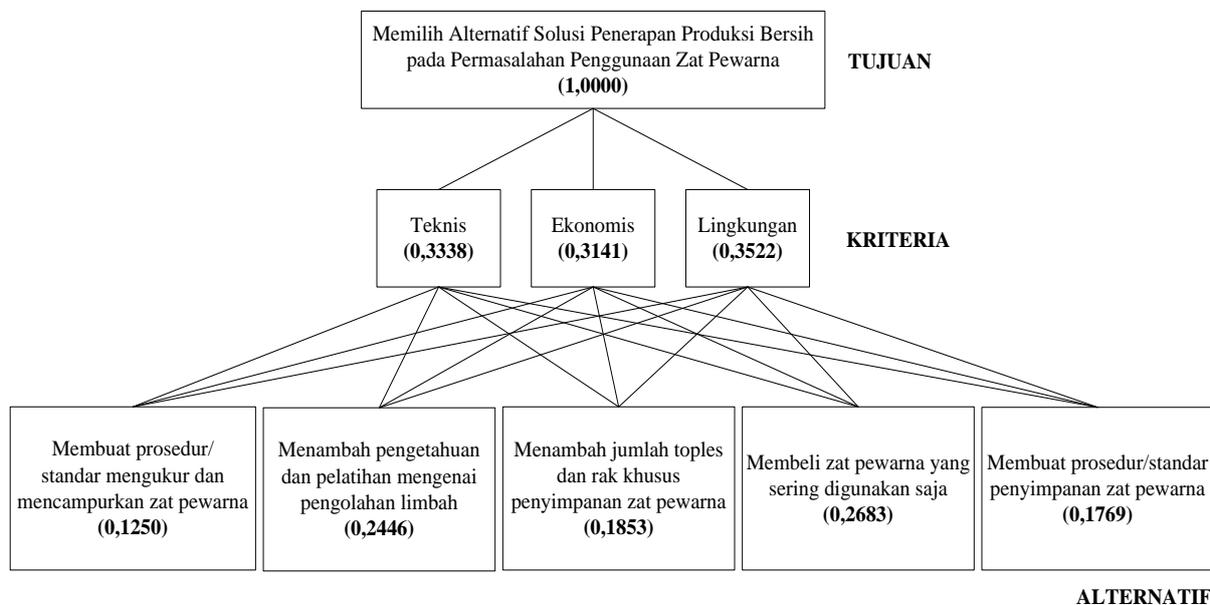
Tabel 4. Bobot dan peringkat kriteria teknis, ekonomis, dan lingkungan

Kriteria	Bobot		Peringkat
Teknis	0,3338	33%	2
Ekonomis	0,3141	31%	3
Lingku n	0,3522	35%	1
Jumlah	1.0000	100%	

Hasil penilaian dan perhitungan menggunakan AHP menunjukkan kriteria lingkungan memiliki bobot tertinggi sebesar 35%. Sehingga dapat diketahui bahwa keempat responden lebih menitikberatkan alternatif solusi yang akan diterapkan pada perusahaan berdasarkan kriteria lingkungan. Kemudian setiap alternatif solusi dinilai dan dihitung bobotnya berdasarkan masing-masing kriteria. Hasil perhitungan bobot masing-masing alternatif per kriteria disajikan pada Tabel 5. Berdasarkan Tabel 5 digambarkan struktur hierarki AHP yang terdiri atas tujuan, kriteria, dan alternatif. Struktur hierarki AHP disajikan pada Gambar 2.

Tabel 5. Bobot dan peringkat masing-masing alternatif

Alternatif	Bobot Alternatif			Bobot Akhir	Peringkat
	Teknis	Ekonomis	Lingkungan		
Membuat prosedur/standar mengukur dan mencampurkan zat pewarna	0,1156	0,1419	0,1187	0,1250	5
Menambah pengetahuan dan pelatihan mengenai pengolahan limbah	0,1035	0,2785	0,3480	0,2446	2
Menambah jumlah toples dan rak khusus penyimpanan zat pewarna	0,3476	0,1042	0,1037	0,1853	3
Membeli zat pewarna yang sering digunakan saja	0,2370	0,3343	0,2392	0,2683	1
Membuat prosedur/standar penyimpanan zat pewarna	0,1962	0,1411	0,1904	0,1769	4
Jumlah	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	



Gambar 2. Struktur hirarki AHP dengan bobot kriteria dan bobot alternatif

Alternatif membeli zat pewarna yang sering digunakan saja merupakan alternatif dengan prioritas tertinggi atau peringkat pertama dikaji berdasarkan kriteria teknis, ekonomis, dan lingkungan. Berdasarkan kriteria teknis, alternatif tersebut relatif mudah untuk diterapkan oleh perusahaan karena pemilik batik *printing* membeli zat pewarna yang lebih sedikit dari sebelumnya, yaitu warna-warna yang sering digunakan saja seperti warna-warna primer, Operator produksi harus lebih kreatif dalam mencampurkan warna, sehingga sesuai dengan warna yang dipesan oleh konsumen. Selain itu, alternatif tersebut dinilai paling ekonomis dan paling ramah lingkungan diantara alternatif lainnya. Karena dengan menerapkan pembelian zat pewarna yang sering digunakan saja dapat mengurangi biaya pembelian zat pewarna yang kurang diperlukan dalam proses produksi. Secara tidak langsung dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, karena jumlah limbah yang dihasilkan dapat dikurangi.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Alternatif solusi yang terpilih dalam penerapan produksi bersih di IKM Batik Puspa Kencana dengan menggunakan metode AHP dengan cara membeli zat pewarna yang sering digunakan saja, Alternatif ini sudah mempertimbangkan kriteria teknis, ekonomi, dan lingkungan,

### Saran

Perlu dilakukan pengembangan terhadap kriteria yang akan dikaji, Sehingga alternatif solusi penerapan produksi bersih dapat mempertimbangkan kriteria lainnya yang lebih menyeluruh.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Kota Surakarta, 2015. *Kota Surakarta Dalam Angka 2015*, Surakarta: Badan Pusat Statistik Kota Surakarta.
- Badan Pusat Statistik Kota Surakarta, 2016. *Kota Surakarta Dalam Angka 2016*, Surakarta: Badan Pusat Statistik Kota Surakarta.
- Ilie G dan Ciocoiu CN. 2010. Application of fishbone diagram to determine the risk of an event with multiple causes, *Management Research and Practice*. 2(1): 1-20.
- Indrasti NS dan Fauzi AM. 2009. *Produksi Bersih*, Bogor: IPB Press.
- International Labour Organization. 2013. *Produksi Bersih Meningkatkan Produktivitas*. Jakarta: International Labour Organization.
- Ishizaka A dan Nemery P. 2013. *Multi-Criteria Decision Analysis: Methods and Software*, United Kingdom: Wiley.
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2015 PROPER 2015. Jakarta, Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia.
- Kurniawan MW, Purwanto P, dan Sudarno S. 2013. Strategi pengelolaan air limbah sentra UMKM batik yang berkelanjutan di kabupaten Sukoharjo. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 11 (1): 62-72.
- Kristanto P. 2004. *Ekologi Industri*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Mutiarahadi R. 2015. Pendekatan metode lean six sigma untuk menganalisis waste pada batik printing di puspa kencana Laweyan. [Skripsi], Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Quan DM. 2013. Minimizing translation mistakes in the writing process by using the question-making technique, *The Journal of Asian Critical Education* 2: 13-29.
- Saaty T L. 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal Services Sciences*. 1(1):83-98.
- Srdevic Z, Blagojevic B dan Srdevic B. 2011. AHP based group decision makin in ranking loan applicants for purchasing irrigation equipment: A case Study, Bulgarian. *Journal Agri Sci*. 17 (4): 531-543.
- Suhardi B. 2012. Dinamika deindustrialisasi industri tekstil dan produk tekstil (TPT) dan dampak keberadaannya terhadap lingkungan kasus di Kota Surakarta dan Kabupaten Karanganyar. [Disertasi]. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Tague NR. 2005. *The Quality Toolbox 2nd Edition*, Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press.
- Wardani IK. 2015. Pemetaan pengadaan dan optimalisasi bahan baku batik sebagai industri kreatif di kampung batik Laweyan. [Skripsi]. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.