PENERAPAN GREEN MANUFACTURING UNTUK MENGURANGI DAMPAK NEGATIF DARI AIR LIMBAH PADA PROSES PRODUKSI BATIK TULIS (STUDI KASUS : BATIK TULIS BERKAH LESTARI JAYA)

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

Nama : Wilar Satria Dwiputra

No. Mahasiswa : 20522001

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

2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 15-07-2025



(Wilar Satria Dwiputra)
20522001

SURAT BUKTI PENELITIAN

SURAT KETERANGAN

Dengan ini kami menerangkan bahwa mahasiswa di bawah ini:

Nama	: WILAR SATRIA DWIPUTRA
NIM	: 20522001
Jur./Prog.	: TEKNIK INDUSTRI
Perguruan Tinggi	: UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Telah melaksanakan Penelitian dan Pengumpulan Data di Kelompok Batik Tulis Berkah Lestari, Kampung Batik Tulis Giriloyo, Wukirsari, Kab. Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta dari tanggal: **17 Februari 2024 s.d 25 Mei 2024**.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bantul, 25 Mei 2024

a.n. Kelompok Batik Tulis Berkah Lestari

Nani Nurhayati Lestari

Penanggungjawab Produksi

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PENERAPAN GREEN MANUFACTURING UNTUK MENGURANGI DAMPAK NEGATIF DARI AIR LIMBAH PADA PROSES PRODUKSI BATIK TULIS (STUDI KASUS : BATIK TULIS BERKAH LESTARI JAYA)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Wilar Satria Dwiputra

No. Mahasiswa : 20522001

Yogyakarta, 17 Juli 2025

Dosen Pembimbing



(Dr. Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng.)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PENERAPAN GREEN MANUFACTURING UNTUK MENGURANGI DAMPAK NEGATIF DARI AIR LIMBAH PADA PROSES PRODUKSI BATIK TULIS (STUDI KASUS : BATIK TULIS BERKAH LESTARI JAYA)
TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :
Nama : Wilar Satria Dwiputra
No. Mahasiswa : 20522001

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

Yogyakarta, 17 - Juli – 2025

Tim Penguji

Dr. Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng.
Ketua

Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc.
Anggota I

Chancard Basumerda, S.T., M.Sc.
Anggota II

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM
NIK. 015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillah tugas akhir ini saya persembahkan kepada diri saya sendiri, orang tua, kakak, serta semua orang yang telah membantu memberikan ilmu dan pengalaman hingga saya sampai pada detik ini. Terima kasih saya ucapkan yang sebesar besarnya, berkat Tugas Akhir ini saya banyak mengenal, mempelajari banyak hal baru, serta mendapatkan sudut pandang yang berbeda. Alhamdulilah saya akhiri Tugas Akhir ini.

MOTTO

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri”

(QS. Ar-Ra’d:11)

“Masa sulit menciptakan orang kuat, orang kuat menciptakan masa baik, masa baik menciptakan orang lemah, dan orang lemah menciptakan masa sulit”

(Michael Hopf)

“Hambatan terhadap tindakan justru memajukan tindakan. Apa yang menghalangi jalan, menjadi jalan”

(Marcus Aurelius)

KATA PENGANTAR

Assalammualaikum Wr. Wb

Segala puji dan syukur panjatkan kepada Allah SWT, shalawat serta salam selalu terceruhkan bagi junjungan Nabi Muhammad SAW beserta keluarga serta sahabat beliau. Alhamdulilah peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir pada Paguyuban Batik Giriloyo kelompok batik Berkah Lestari Jaya dengan judul "Penerapan Green Manufacturing Untuk Mengurangi Dampak Negatif Dari Air Limbah Pada Proses Produksi Batik Tulis (Studi Kasus: Batik Tulis Berkah Lestari Jaya)" Tugas akhir merupakan salah satu syarat yang ditetapkan Progam Studi Teknik Industri Program Sarjana Universitas Islam Indonesia untuk memperoleh gelar Strata 1 (S1). Penulis menyadari tanpa bantuan, bimbingan, serta dorongan dari banyak pihak, penyusunan tugas akhir ini tidak dapat berjalan dengan lancar.

Dengan segala kerendahan hati dan hormat, saya sampaikan terima kasih serta penghargaan setinggi-tingginya kepada semua pihak yang berjasa memberikan bantuan, bimbingan, serta dorongan dalam rangka memotivasi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir, untuk ini penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU., ASEAN.Eng. sebagai Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc. sebagai Kepala Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM sebagai Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr. Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng. sebagai dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing dan memberi motivasi serta dorongan pada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Kelompok Batik Berkah Lestari Jaya beserta seluruh karyawan yang berkenan menjadi tempat penelitian dan membantu proses pengambilan data untuk kebutuhan penelitian.
6. Bapak Arif Budi Haryono dan Ibu Wilasti Arsi sebagai orang tua yang memberikan doa, kasih sayang, dukungan, serta motivasi kepada penulis, sehingga penulis semangat dalam menyusun Tugas Akhir.
7. Wilar Bagus Pratama sebagai kakak yang telah memberikan motivasi serta dorongan pada penulis dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini.
8. Saudara dan sahabat yang telah memberikan motivasi dan dorongan untuk segera menyelesaikan Tugas Akhir

ABSTRAK

Industri batik tulis tradisional memiliki potensi mencemari lingkungan akibat pembuangan limbah cair yang belum diolah. Penelitian ini dilakukan di CV. Berkah Lestari Jaya, Bantul, D.I. Yogyakarta, untuk mengetahui volume air limbah, penyebab limbah tidak memenuhi standar baku mutu pemerintah, serta merancang usulan perbaikan menggunakan pendekatan green manufacturing. Metode yang digunakan meliputi *Process Activity Mapping* (PAM), *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM), Kepner Tregoe *Problem Solving Methods,* SCAMPER (*Subtitute, Combine, Adapt, Modify, Put To Other Use, Eliminate, and Reverse*) yang dipadukan dengan konsep ekonomi sirkular 5R (*Reduce, Reuse, Recycle, Recovery, Repair*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pewarnaan dan peloroddan menghasilkan limbah terbesar, faktor utama limbah air ini tidak lolos dengan standar baku mutu pemerintah yaitu tidak menerapkan pengolahan air limbah yang memanfaatkan pendakatan *green manufacturing* atau teknologi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, dan usulan perbaikan yang dapat diimplementasikan yaitu solusi alternatif terpilih yaitu *eliminate*.

Kata Kunci: Batik Tulis, *Green manufacturing*, Air Limbah

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN ..... **ii**
SURAT BUKTI PENELITIAN ..... **iii**
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING ..... **iv**
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI ..... **v**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **vi**
MOTTO ..... **vii**
KATA PENGANTAR ..... **viii**
ABSTRAK ..... **ix**
DAFTAR ISI ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.5 Batasan Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**
2.1 Kajian Literatur 5
2.1.1 Pemecahan Masalah menggunakan KT Problem Solving 5
2.1.2 Pendekatan Konsep Ekonomi sirkular 7
2.1.3 Pemetaan Aliran Nilai Berbasis Lingkungan 8
2.1.4 Siklus Peningkatan Kualitas 11
2.1.5 Posisi Penelitian 14
2.2 Landasan Teori 19
2.2.1 Green Manufacturing 19
2.2.2 Kepner Tregoe Problem Solving Methods 19
2.2.3 Process Activity Mapping 23
2.2.4 Environmental Value Stream Mapping 23
2.2.5 Plan Do Check Act 24
2.2.6 Brainstorming 25
2.2.7 Konsep Ekonomi Sirkular 26
BAB III METODE PENELITIAN **29**
3.1 Objek Penelitian 29
3.2 Subjek Penelitian 29
3.3 Jenis data 29
3.3.1 Data Primer 29
3.3.2 Data Sekunder 29
3.4 Metode Pengumpulan Data 29
3.5 Alur Penelitian 30
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA **34**
4.1 Pengumpulan Data 34
4.1.1 CV. Berkah Lestari Jaya 34
4.1.2 Alur Proses Produksi 34
4.1.3 Aktivitas Produksi 36
4.1.4 Air Limbah 39

4.1.5 Sasaran Keharusan (Must) dan Keinginan (Wants) 40
4.2 Pengolahan Data 40
4.2.1 Plan 40
4.2.2 Do 41
4.2.3 Check 52
4.2.4 Act 55
BAB V PEMBAHASAN 56
5.1 Analisis *Process Activity Mapping* (PAM) 56
5.2 Analisis *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM) 59
5.3 Analisis Kepner Tregoe *Situation Appraisal* 60
5.4 Analisis Kepner Tregoe *Problem Analysis* 60
5.5 Analisis SCAMPER dan Konsep Ekonomi Sirkular 5R 60
5.6 Analisis Kepner Tregoe *Decission Analysis* 62
5.7 Analisis *Potential Problem Analysis* 64
BAB VI PENUTUP 65
5.8 Kesimpulan 65
5.9 Saran 65
DAFTAR PUSTAKA 65
LAMPIRAN 66

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Posisi Penelitian 15
Tabel 2 Contoh KT *Problem Analysis* 20
Tabel 3 Keterangan *Go* dan *No Go* 21
Tabel 4 Contoh KT *Problem Analysis* 21
Tabel 5 Contoh KT *Potential problem Analaysis* 22
Tabel 6 SCAMPER 25
Tabel 7 Konsep R 27
Tabel 8 *Process Activity Mapping* (PAM) 36
Tabel 9 Pengeluaran Air Limbah 39
Tabel 10 Sasaran Keharusan (*Must*) 40
Tabel 11 Sasaran Keinginan (*Wants*) 40
Tabel 12 *Process Activity Mapping* 41
Tabel 13 Perbandingan Baku Mutu 46
Tabel 14 KT *Problem Analysis* 49
Tabel 15 *Brainstorming* SCAMPER 51
Tabel 16 KT *Decission Analysis* 53
Tabel 17 KT *Potential Problem Analysis* 54
Tabel 18 Analisis PAM 56
Tabel 19 Urutan Air Limbah 57
Tabel 20 Hasil Sasaran Keharusan 63
Tabel 21 Ranking Sasaran Keinginan (Wants) 64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Pemetaan EVSM 24
Gambar 2 Alur Penelitian.....30
Gambar 3 Alur Pengolahan Data (PDCA) 31
Gambar 4 Lokasi CV. Berkah Lestari Jaya.....34
Gambar 5 Alur Proses Produksi 35
Gambar 6 Alur Air Limbah.....39
Gambar 7 *Environmental Value Stream Mapping* 45
Gambar 8 Alur Air Bersih dan Air Kotor 47

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Batik merupakan sebuah karya seni berasal dari Indonesia yang telah diakui oleh UNESCO sebagai warisan kemanusiaan non bendawi pada tahun 2009, Batik merupakan kain bermotif yang memiliki motif ciri khas masing-masing tiap daerah. Dikutip dari buku Sejarah Batik Jawa Tengah (2014) kesenian batik mulai meluas menjadi milik rakyat khususnya suku jawa ialah setelah akhir abad ke-XVIII atau awal abad ke-XIX, hal ini dapat dilihat bentuk relief yang ada di candi candi seperti candi Prambanan dan candi Borobudur memiliki kesamaan corak batik dengan prasasti atau lukisan busanan yang dikenakan raja atau ratu. Pada awal kehadirannya, batik di produksi secara manual oleh tangan-tangan terampil perempuan desa dengan cara di gambar menggunakan malam serta bantuan alat bernama canting untuk membuat pola batik yang diinginkan, proses membatik dengan metode ini biasa dikenal dengan nama batik tulis, lalu seiring berkembangnya zaman industrialisasi sekitar tahun 1920-an muncul proses batik menggunakan mesin yang dikenal dengan nama batik cap dan batik cetak. Pada masa kini batik tradisional memiliki nilai lebih dibandingkan dengan batik cap dan batik cetak, hal ini terjadi karena proses produksi batik tradisional memakan waktu yang lama yaitu berkisar antara satu hingga dua bulan untuk menghasilkan satu kain batik utuh. Batik tradisional perlu melewati berbagai macam urutan serta teknik pembuatan yang perlu dilakukan untuk menjadi satu lembar karya seni kain batik yang utuh, urutan proses pembuatannya dapat berbeda-beda untuk tiap motifnya, hal ini terjadi karena tiap motif memiliki corak warna dan desain yang berbeda-beda, pada masa kini batik tradisional masih tetap dilestarikan secara turun temurun, salah satu tempat yang hingga kini masih memproduksi batik tradisional yaitu Sentra Batik Giriloyo. Sentra Batik Giriloyo merupakan sebuah kawasan yang terletak di desa Wukirsasi, kecamatan Imogiri, kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, Sentra Batik Giriloyo telah mewarisi kerajinan batik tulis secara turun temurun sejak abad XVII hingga masa kini, tempat ini terdiri dari beberapa paguyuban pengrajin batik dan tiap-tiap paguyuban ini berkumpul menjadi satu melestarikan batik serta memperkenalkan batik kepada kalayak umum.

Proses pewarnaan batik tulis ini berpotensi dapat merusak lingkungan sekitar karena adanya kemungkinan penggunaan sumber daya yang tidak efisien dan pengolahan limbah yang

kurang tepat. Dikutip dari kanal berita Kompas.Id (2022), didapat temuan bahwa produksi batik Pekalongan mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan pada sumur-sumur warga yang biasa digunakan untuk keperluan air sehari-hari, hal ini terjadi karena adanya limbah pewarnaan batik yang tidak diolah dengan baik pada tempat produksi, efeknya limbah cair sisa pewarnaan yang dibuang pada sungai, mengalir dan meresap ke sumur-sumur milik warga. Melalui wawancara dengan salah satu warga terdampak, menuturkan "Kalau dipakai mandi, kadang kala menyebabkan gatal gatal" hal ini membuktikan bahwa pencemaran yang di akibatkan oleh air limbah batik ini dapat menimbulkan dampak negatif yang nyata pada lingkungan sekitar. Pemerintah melalui Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia nomor P.16/MNLHK/SETJEN/KUM.1/4/2019 telah menetapkan baku mutu air limbah untuk industri tekstil dan batik yang harus dipatuhi oleh para pelaku industri. Peraturan terkait standar baku mutu air limbah untuk industri tekstil dan batik ditetapkan semata-mata untuk melindungi lingkungan hidup sekitar tempat kegiatan UKM atau pabrik dilakukan, dengan hal ini diharapkan UKM atau pabrik dapat menerapkan upaya mitigasi agar limbah khususnya limbah air yang dihasilkan dari proses aktivitas kerja mereka dapat di kurangi hingga sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

Terdapat fenomena yang terjadi pada CV. Berkah Lestari Jaya yaitu air limbah dari proses pencucian kain batik langsung dibuang ke sungai tanpa melakukan pengolahan terlebih dahulu padahal air limbah ini memiliki kandungan yang tidak ramah lingkungan pada air limbahnya, hal ini dibuktikan dengan hasil uji sampel air limbah. Berikut merupakan perbandingan antara parameter standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah dengan hasil uji kandungan air bekas pencucian limbah batik yang dilakukan oleh Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat:

No	Parameter	Kadar Paling Tinggi (mg/L)	Hasil Uji Sampel Laboratorium	Baku Mutu
1	BOD_5	60	2230,0	Tidak Memenuhi
2	COD	150	10562,5	Tidak Memenuhi
3	TSS	50	343	Tidak Memenuhi
4	Fenol Total	0,5	0,2506	Memenuhi
5	Krom Total (Cr)	1,0	<0,0095	Memenuhi
6	Amonia Total (NH_3–N)	8,0	0,2379	Memenuhi

7	Sulfida (sebagai S)	0,3	<0,0043	Memenuhi
8	pH	6,0 – 9,0	9,7	Tidak Memenuhi

Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa kadar BOD, COD, TSS, dan pH dalam air limbah yang dihasilkan pada proses pencucian kain batik tidak memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan. Kondisi ini menandakan adanya pencemaran lingkungan yang memerlukan perhatian serius serta upaya mitigasi untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan sekitar. Dampak negatif inilah yang menjadikan penelitian ini penting untuk dilakukan. Penerapan konsep green manufacturing ini, diharapkan dapat menurunkan dampak negatif dari air limbah hasil proses produksi ini.

1.2 Rumusan Masalah

Terdapat fenomena adanya pencemaran air yang dibuktikan dengan adanya parameter yang tidak memenuhi standar dengan parameter yang ditetapkan pemerintah mengenai kandungan pada air limbah yang dikeluarkan secara langsung ke sungai. Ketidaksesuaian standar ini dapat menyebabkan tercemarnya sungai yang menjadi aliran buangan dari tempat produksi, hal ini juga dapat bermasalah dengan regulasi terkait air limbah yang telah ditetapkan oleh pemerintah dan berujung pada pemberian sanksi. Berikut merupakan rumusan masalah yang diambil berdasarkan latar belakang penelitian ini:

1. Seberapa banyak total volume air limbah yang dihasilkan dari setiap proses produksi?
2. Apa penyebab air limbah tersebut belum memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah?
3. Apa saja usulan perbaikan yang dapat diterapkan untuk mengurangi dampak negatif dari air limbah menggunakan pendekatan green manufacturing?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui total volume air limbah yang dihasilkan dari setiap proses produksi.
2. Mengidentifikasi penyebab air limbah belum memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan pemerintah.
3. Merancang usulan perbaikan untuk mengurangi dampak negatif air limbah menggunakan pendekatan green manufacturing.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari dilakukannya penelitian ini adalah menghasilkan rekomendasi usulan yang dapat digunakan CV Bekah Lestari Jaya sebagai saran membangun terkait proses produksi dengan menggunakan pendekatan *green manufacturing* dan membuat pemilik serta pekerja CV Berkah

Lestari Jaya sadar akan proses produksi yang melibatkan air dapat menyebabkan pencemaran lingkungan.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan lingkup penelitian ini yaitu:

1. Lingkup wilayah yang diteliti meliputi tempat produksi dan saluran pembuangan air limbah yang dilewati.
2. Pengamatan dilakukan pada tanggal 17 Februari hingga 25 Mei 2024.
3. Fokus penelitian hanya pada air limbah yang dihasilkan dari proses produksi kain batik.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Kajian literatur merupakan kegiatan untuk mengumpulkan dan menganalisis data yang menunjang topik penelitian yang sedang dilakukan. Penelusuran dan penelitian kepustakaan dengan membaca berbagai buku dan jurnal dari penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik yang sedang diteliti, untuk menghasilkan satu tulisan berkenaan dengan topik atau isu tertentu (Marzali, 2017), hal ini dilakukan untuk memahami keilmuan yang digunakan, mengetahui kekurangan dari penelitian sebalumnya, dan memberikan terobosan baru pada hal yang diteliti.

2.1.1 Pemecahan Masalah menggunakan KT *Problem Solving*

Menurut Kurnia et al. (2020) pada penelitiannya berjudul "*Improving Airport On-Time Performance Using Kepner Tregoe Problem Solving Approaches"* menggunakan pendekatan Kepner-Tregoe dalam upaya meningkatkan ketepatan waktu penerbangan di Bandara Soekarno-Hatta yang mengalami penurunan sejak tahun 2016 hingga 2018. Dilakukan analisis akar masalah serta teknik SCAMPER untuk merancang solusi. Hasil analisis menemukan empat faktor penyebab utama keterlambatan, yaitu sistem penanganan bagasi yang tidak efisien, proses boarding dan check in yang memakan waktu lama, keterlambatan berantai akibat penerbangan sebelumnya, serta faktor cuaca yang tidak terduga. Sebagai solusi, peneliti mengusulkan perbaikan sistem penaganan bagasi dengan teknologi yang lebih modern dan terintegrasi guna mempercepat proses dan meminimalisir keterlambatan. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan kinerja ketepatan waktu penerbangan di Bandara Soekarno Hatta dengan mengacu pada standar bandara Changi Singapura sebagai pembanding.

Menurut Hidayat dan Hermawan (2022) pada penelitiannya berjudul "*Accident Prevention Program Prioritization Using Kepner Tregoe Model: Case Study Of* Pt Pertamina EP Regional 2 Zone 7" penelitian ini bertujuan untuk memprioritaskan program pencegahan kecelakaan kerja di PT Pertamina EP Regional 2 Zona 7 dengan menggunakan pendekatan Kepner Tregoe (KT) Decission Analysis. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi berbagai alternatif program berdasarkan kriteria objektif seperti efektifitas, biaya, waktu implementasi, dan dampak terhadap keselamatan kerja. Proses analisis dilakukan secara

sistematis melalui tahapan penentuan tujuan, pengumpulan fakta, penimbangan alternatif, dan pengambilan keputusan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan Kepner Tregoe membantu manajemen dalam memilih program pencegahan kecelakaan yang paling prioritas dan berdampak signifikan, sehingga diharapkan dapat meningkatkan keselamatan kerja dan mengurangi potensi risiko kecelakaan di lingkungan operasional perusahaan.

Menurut Kurniawan dan Gusnadi (2023) pada penelitiannya berjudul "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dimsum Pada PT. XYZ" penelitian ini melakukan pengendalian kualitas produk dimsum di PT. XYZ yang mengalami permasalahan tingginya tingkat kecacatan, khususnya kerusakan pada kulit dimsum sebesar 66% dan ketidaksesuaian bentuk dimsum sebesar 34%. Untuk mengatasi hal tersebut, penelitian menggunakan pendekatan Six Sigma dengan metode DMAIC. Melalui analisis fishbone diagram dan FMEA, ditemukan beberapa penyebab utama cacat produk, seperti kualitas bahan baku yang menurun akibat penyumpanan terlalu lama, metode produksi yang masih manual, serta kurangnya pengawasan dan keterampilan pekerja. Solusi perbaikan yang diusulkan mencakup perencanaan pemesanan bahan baku agar lebih efisien, pengguanaan mesin press otomatis, penerapan standar operasional prosedur yang ketat, serta evaluasi rutin terhadap kinerja pekerja. Dengan menerapkan metode Kepner-Tregoe Potential Problem Analysis dan rencana tindakan yang terstruktur, diharapkan PT XYZ dapat menurunkan angka kecacatan, meningkatkan kualitas produk, serta menjaga kepuasan pelanggan dan daya saing di pasar.

Menurut Meita et al. (2021) pada penelitiannya berjudul "*Public Procurements Performance Measurement In Indonesian FDA According To Head Of National Public Procurement Agency's Circular Letter Number 2 Of Year 2021 Concerning Procurement Governance Index*" membahas pengukuran kinerja pengadaan barang dan jasa di Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) Indonesia berdasarkan surata edaran Kepala Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang /Jasa Pemerintah (LKPP) Nomor 2 Tahun 2021 tentang Indeks Tata Kelola Pengadaan. Penelitian ini bertujuan menilai tata kelola pengadaan di BPOM dan mengidentifikasi hambatan yang mempengaruhi kinerjanya. Penilaian dilakukan melalui tiga indikator utama: pemanfaatan sistem informasi pengadaan, kualifikasi dan kompentensi sumber daya manusia, serta tingkat kematangan unit pengadaan. Hasil penelitian menunjukkan BPOM masih menghadapi berbagai kendala, terutam dalam pemanfaatan e-Tendering dan e-Purchasing yang belum optimal, serta kurangnya SDM dengan kualifikasi yang memadai. Dengan menggunakan analisis akar masalah dan pendekatan Kepner Tregoe Situation Appraisal, penelitian ini mengidentifikasi 25

masalah utama yang dikelompokkan berdasarkan manajemen, metode sistem, SDM, perencanaan pengadaan, serta aspek pembelajaran dan perumbuhan. Penelitian ini merekomendasikan perbaikan berkelanjutan dalam pengelolaan pengadaan untuk meningkatkan efisiensi, trasparansi, dan akuntabilitas demi mendukung reformasi birokrasi dan peningkatan kualitas layanan publik.

2.1.2 *Pendekatan Konsep Ekonomi sirkular*

Menurut Indrayani (2021) pada penelitiannya berjudul "Konsep *Circular Ekonomy* Untuk Mewujudkan Industri Batik Yang Berkelanjutan" membahas penerapan konsep ekonomi sirkular sebagai upaya untuk mewujudkan industri batik yang berkelanjutan. Industri batik, khususnya di Indonesia yang sering menghadapi permasalahan terkait limbah, penggunaan sumber daya alam yang berlebihan, serta dampak lingkungan yang ditimbulkan dari proses produksinya. Konsep ekonomi sirkular menawarkan solusi dengan cara meminimalkan limbah, mendaur ulang material, dan memperpanjang siklus hidup produk agar pengguanaan sumber daya menjadi lebih efisien. Melalui pendekatan ini, industri batik diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada bahan baku baru, menekan pencemaran lingkungan, serta menciptakan nilai tambah ekonomi secara berkelanjutan. Dengan demiki, penerapan ekonomi sirkular tidak hanya menjga kelestarian lingkungan, tetapi juga memperkuat daya saing dan keberlanjutan industri batik di masa depan.

Menurut Helmi et al. (2023) pada penelitiannya berjudul "Mendorong Model Pertumbuhan Ekonomi Sirkular Melalui Penerapan Pertanian-Peternakan Regeneratif Di Desa Sendangsari Dalam Upaya Pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan" Jurnal ini membahas penerapan konsep ekonomi sirkular melalui pertanian-peternakan regeneratif di Desa Sendangsari sebagai upaya mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan di tingkat desa. Selama ini, pengelolaan pertanian dan peternakan di desa tersebut berjalan terpisah, sehingga limbah organik tidak dimanfaatkan secara optimal. Dengan mengintegrasikan pertanian dan peternakan dalam satu sistem yang berkelanjutan, limbah pertanian dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak dan kotoran ternak diolah menjadi pupuk, menciptakan siklus produksi yang ramah lingkungan. Model ini diyakini dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat, menciptakan lapangan kerja, menjaga kesehatan lingkungan, serta mendukung perokonomian lokal. Untuk mewujudkannya, diperlukan sinerfi antara pemerintah desa, BUMDes, kelompok tani dan peternak, serta peningkatan kapasitas sumber daya manusia melalui pelatihan. Selain itu, perlu dikembangkan model bisnis yang terukur, pendampingan

intensif, serta penguatan akses pasar agar program ini dapat berjalan berkelanjutan dan memberikan manfaat nyata bagi masyarakat.

Menurut Malihah et al. (2023) pada penelitiannya berjudul "Pemanfaatan Sampah Rumah Tangga Melalui Konsep Ekonomi Sirkular Di Desa Tambak Baru Ilir Martapura" membahas kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Desa Tambak Baru Ilir Martapura yang bertujuan untuk memperkenalkan dan mengedukasi masyarakat, khususnya ibu rumah tangga, mengenai konsep ekonomi sirkular sebagai solusi pengelolaan sampah rumah tangga. Kegiatan ini dilatar belakangi oleh permasalahan lingkungan seperti peningkatan jumlah sampah yang tidak terkelola dengan baik, yang berpotensi merusak lingkungan dan memperburuk dampak perubahan iklim. Melalui sosialisasi, masyarakat diberikan pemahamam tentang pentingnya ekonomi sirkular dengan prinsip 3R (Reduce, Reuse, Recycle) dan bagaimana pengelolaan sampah yang sederhana dapat dimulai dari rumah, misalnya memanfaatkan sampah organik sebagai pupuk dan mendaur ulang sampah plastik. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa masyarakat mulai menerapkan kebiasaan baru seperti memisahkan sampah basah dan kering, memanfaatkan sampah organik untuk tanaman, dan menjual sampah plastik untuk didaur ulang. Diharapkna kegiatan ini mampu mendorong perubahan perilaku masyarakat menuju pola hidup yang lebih ramah lingkungan dan mendukung pembangunan berkelanjutan.

2.1.3 Pemetaan Aliran Nilai Berbasis Lingkungan

Menurut Krisnasari dan Vanany (2023) pada penelitiannya berjudul "*Application for waste hotspots investigation in the frozen shrimp upstream supply chain using environmental value stream mapping* (E-VSM)" pada pengamatan industri udang beku, didapat limbah yang sangat sering dihasilkan dalam proses pengolahan dalam jumlah besar, imbah ini berupa limbah air, limbah bahan, dan pemakaian listrik yang terlalu banyak. Hal ini memaksa industri untuk menciptakan strategi perbaikan agar dapat melakukan produksi dengan prinsip ramah lingkungan serta berkelanjutan. Belum optimalnya pengelolanan sumber daya alam pada industri udang beku mengharuskan para pelaku usaha harus melakukan terobosan, salah satunya yaitu dengan menerapkan EVSM (*Environmental Value Stream Mapping*), EVSM ini digunakan untuk melakukan visualisasi terkait kondisi terkini proses produksi beserta keterangan mendetail tentang energi apa saja yang dibutuhkan dalam prosesnya, EVSM menganalisis aliran rantai pasok dari hulu ke hilir dan mengidentifikasi serta mengeliminasi pemborosan, sehingga menghasilkan pengurangan penggunaan listrik sebesar 78%,

pengurangan penggunaan air 68%, pengurangan biaya distribusi sebesar 30%, pengurangan aktivitas non-nilai tambah sebesar 69,9%, dan penghapusan emisi karbon secara keseluruhan.

Menurut Zulfikar A dan Rachman T (2020) pada penelitiannya berjudul "Penerapan *value stream mapping* dan *process activity mapping* untuk identifikasi dan minimasi 7 waste pada proses produksi sepatu x di PT.PAI" penelitian dilakukan pada PT.PAI yang merupakan industri di bidang sepatu olahraga yang dalam proses produksinya, PT.PAI mengusung model make to order. Pada produksi sepatu X didapat temuan beberapa pemborosan, sehingga perlu dilakukan identifikasi serta memperbaikinya. Metode yang digunakan yaitu *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Process Activity Mapping* (PAM), sehingga diperoleh hasil pada proses produksi sepatu X yaitu *motion, waiting,* dan *transportation*. Hasil perbaikan menunjukkan bahwa adanya peningkatan *value added* sebesar 44,29% dan *necessary but non value added* menurun sebesar 44,29%. Persentase *waste waiting* menurun sebesar 98,5%, sedangkan *waste motion* tidak terdapat penurunan, dan *waste transportation* menurun sebesar 22%. Usulan perbaikan yang didapat yaitu pada *waste* jenis *waiting* 2nd process dikerjakan sepenuhnya oleh vendor, untuk *waste* jenis *transportation* perlunya penggantian alat transportasi dari *trolley manual* menjadi *motor trolley*

Menurut Sunmola et al. (2024) pada penelitiannya berjudul "*Lean green practices in Automotive Components Manufacturing*" didapat temuan bahwa terjadinya lonjakan yang terjadi pada persaingan industri global, sehingga beberapa perusahaan melakukan pendekatan *lean green* pada prosesnya untuk melakukan identifikasi dan menghilangkan pemborosan yang munkin terjadi, emborosan yang dimaksud yaitu pemborosan aktivitas produksi yang tidak memiliki nilai tambah pada produk. Penerapan *lean green manufacturing* juga berguna untuk memastikan perusahaan dapat melakukan proses produksi yang berkelanjutan serta ramah lingkungan. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengkajian literatur lebih mendalam tentang praktik *lean green manufacturing* dengan mengeksplorasi penerapan pendekatan *lean green* pada industri manufaktur komponen otomotif dan meneliti kemungkinan tantangan yang akan dihadapi dalam rantai pasok saat melakukan pendekatan lean green. Evaluasi dilakukan menggunakan mode SCOR dan pendapat para professional manufaktur komponen otomotif di Inggris, sehingga didapat temuan bahwa tingkat penerapan pendekatan lean green dapat memberikan manfaat seperti meningkatnya produktivitas, pengurangan biaya, dan peningkatan kualitas produksi. Tantangan yang didapat dari melakukan penerapan pendekatan lean green

ini yaitu pada proses pengadaan serta proses manufaktur rantai pasok dalam konversi bahan mentah menjadi produk jadi.

Menurut Batwara et al. (2023) pada penelitiannya berjudul "*Towards smart sustainable development through value stream mapping*" menjelaskan VSM (*Value Stream Mapping*) merupakan salah satu tools pada *lean* yang digunakan untuk mengidentifikasi serta mengurangi pemborosan yang terjadi pada proses produksi, tools ini digunakan untuk mengeliminasi aktivitas yang tidak penting dan meningkatakan kinerja serta menciptakan nilai tambah. Analisis hasil VSM yang signifikan dapat menyajikan beberapa agenda studi seperti tahun, konteks, metode penelitian, sektor, pemborosan, jenis VSM, tools yang diterapkan, dan indikator analisis. Temuan seperti itu dapat mengindikasikan bahwa penelitian kualitatif empiris sangat mendominasi penelitian. Dalam melakukan implementasi VSM yang efektif, diperlukan tiga hal penyeimbang yaitu ekonomi, lingkungan, dan sosial melalui digitalisasi mengikuti perkembangan zaman revolusi industri 4.0.

Menurut Dimyati dan Singgih (2019) pada penelitiannya berjudul "*Environmental impact evaluation using green value stream mapping* (Green-VSM) *and Life Cycle Assesment* (LCA)" dilakukan pada PT. AI yang merupakan industri di bidang agro industri. Perusahaan ini menghasilkan berbagai produk, salah satunya yaitu insektisida dengan bahan utamanya berupa sipermetrin (bahan berbahaya) dan xilena (bahan mudah terbakar), perusahaan ini jugan menggunakan bahan kemasan aluminium dan kardus. EVSM (*Environmental Value Stream Mapping*) digunakan untuk memvisualisasikan proses yang terjadi pada PT. AI dan LCA (*Life Cycle Assesment*) untuk mengetahui dampak lingkungan akibat proses produksi. Dilakukan identifikasi peluang perbaikan untuk mengurangi dampak lingkungan, berdasarkan penelitian ini, kondisi terkini menyebabkan dampak lingkungan terhadap kesehatan manusia sebesar 0,01 DALY (714 poin), kualitas ekosistem sebesar 361,45 PDF*m2y (20,528) poin dan sumber daya sebesar 5,9 MJ (0,8 poin). Dilakukan analisis pada kondisi terkini dihasilkan adanya empat saran perbaikan yang teridentifikasi, yaitu melakukan *re-design* pada penggunaan material kotak bergelombang yang dapat mengurangi dampak lingkungan sebesar 8,675 poin, melakukan penyortiran tutup botol dapat mengurangi dampak lingkungan sebesar 3,548 poin, mengubah prosedur terkait proses penyegellan kotak yang dapat menghasilkan pengurangan dampak lingkungan sebesar 0,0008 poin, dan mengganti material kemasan botol ke dalam papan dupleks yang dapat mengurangi dampak lingkungan sebesar 2,915 poin.

Menurut Djatna dan Prasetyo (2019) pada penelitiannya berjudul "*Integration of sustainable value stream mapping and life cycle assesment to improve sustainability performance*" konsep manufaktur berkelanjutan telah diadopsi oleh berbagai pihak sebagai kerangka kerja, dengan mempertimbangkan aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi, yang dikenal sebagai *triple-bottom-line* (TBL). Hal ini melibatkan tinjauan masa depan manufaktur terkait keberlanjutan dan memerlukan evaluasi yang lebih mendalam pada TBL dan siklus hidup produk, serta untuk mengevaluasi dampak lingkungan pada tahap proses. Dalam penelitian ini, pemetaan aliran nilai berkelanjutan (Sus-VSM) diusulkan sebagai pengembangan dari VSM tradisional yang mempertimbangkan integrasi dengan penilaian siklus hidup (LCA) untuk menilai kondisi saat ini sambil menganalisis peningkatan keberlanjutan di masa depan dalam manufaktur berbasis makanan. Kondisi saat ini mencakup semua metrik terkait TBL dalam konteks manufaktur. Perhitungan metrik kunci menggunakan metode hitungan borda (BCM) menunjukkan bahwa kehilangan kecepatan, total produk cacat, dan kehilangan panas merupakan aspek yang krusial dan dipilih untuk analisis lebih lanjut. Analisis dengan menggunakan metode analisis 5 *Why* mengungkapkan bahwa masalah tersebut terutama disebabkan oleh kondisi material yang tidak stabil, masalah di area mesin pengisian, dan kurangnya disiplin operator. Penilaian siklus hidup proses dilakukan menggunakan Simapro v. 8.0 dengan skor tunggal untuk memasak dan membersihkan. Hasilnya adalah 60.700 Pt dan 108 Pt. Perbaikan di masa depan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) diusulkan dan dapat mengurangi waktu tunggu dari 4967,46 detik menjadi 4759,17 detik, waktu pembersihan dari 2,8 jam menjadi 2,14 jam, dan total produk cacat dari 4,85/batch menjadi 2,82 kg/batch. Perbaikan di masa depan pada kinerja uap diusulkan dan dapat mengurangi skor tunggal total memasak dan membersihkan menjadi 59.500 Pt dan 102 Pt.

2.1.4 Siklus Peningkatan Kualitas

Menurut Sumasto et al. (2023) pada penelitiannya berjudul "*PDCA Method implementation to reduce the potential product defects in the automotive components industry*" dilakukan pada perusahaan manufaktur komponen otomotif di indonesia yang memproduksi part SLJ 91, fokus dari penelitian ini yaitu untuk mengurangi potensi terjadinya produk cacat pada produksinya. Metode yang digunakan untuk menunjang penelitian ini yaitu metode PDCA (*Plan Do Check Act*) yang digunakan untuk menetapkan fokus perbaikan hingga menyelesaikan akar permasalah yang terjadi dibantu dengan *tools fishbone diagram* dan 5W+1H, bagian *Do* dilakukan dengan perbaikan sistem berdasarkan hasil analisis dari 5W+1H yang ada pada

bagian *plan*, bagian *check* dilakukan dengan melakukan konfirmasi dan pengontrollan terkait perbaikan yang sudah dilakukan. Setelah melakukan serangkaian penelitian, didapat data sebelum dan sesudah penerapan yaitu sebesar 12,7% menjadi 8% pada data tingkat kecacattan produk, pada kecacattan dengan jenis cacat penyok terjadi penurunan dari yang sebelumnya 7,8% menjadi 5,3 %, hal ini dapat diartikan bahwa terjadi penurunan jumlah cacat yang signifikan. Hasil penelitian ini dapat diimplementasikan dan dapat menjadi standarisasi untuk perusahaan manufaktur dalam jangka waktu yang panjang.

Menurut Zadry et al. (2020) pada penelitiannya berjudul "*The success of 5S and PDCA implementation in increasing the productivity of an SME in West Sumatra"* dilakukan pada UKM X yang merupakan sebuah pelaku usaha mikro kecil menengah di bidang pembuatan sepatu *handmade* yang berlokasi di Padang, Sumatra Barat. Dapat diketahui UKM ini memiliki empat stasiun kerja pada lini produksinya, setelah dilakukan pengamatan terkait cacat produk sepatu, didapat tingkat rata-rata produk cacat sebesar 12% per bulan. Identifikasi dilakukan untuk mengetahui permasalahan dengan kategori *man, methods, machine,* dan *material* menggunakan konsep 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, dan Shitsuke*) dan PDCA (*Plan Do Check Act*). Setelah menerapkan 5S dan PDCA selama satu bulan, didapat hasil bahwa terjadi penurunan tingkat rata rata produk cacat dari yang tadinya 12% menjadi 0% per bulan. Selama satu bulan, terdapat biaya yang dikeluarkan untuk melakukan penerapan 5S dan PDCA sebesar Rp. 708.000 yang dikeluarkan satu kali selama proses penerapan konsep, sedangkan kerugian yang diterima perusahaan akibat produk cacat sebesar Rp. 1.250.000 per minggu, yang berarti dapat disimpulkan bahwa adanya penurunan tingkat rata-rata produk cacat yang berkaitan dengan biaya yang sangat signifikan, selain itu dari sisi pekerja juga terdapat peningkatan produktivitas dan pekerja dapat bekerja dengan efektif, efisien, nyaman, dan aman.

Menurut Al-Faritsy et al. (2024) pada penelitiannya berjudul "Implementasi PDCA untuk meningkatkan kualitas produk roti" didapat data bahwa pabrik roti RF dalam kurun waktu satu bulan dapat memproduksi roti sebanyak 12624 pcs, dan terdapat temuan masalah yakni adanya roti yang memiliki cacat berupa roti tidak rata, roti sobek, dan roti tidak mengembang dengan sempurna. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menghasilkan usulan perbaikan yang tepat untuk mengurangi jumlah cacat produksi pada roti, penelitian ini dilakukan menggunakan metode PDCA (*Plan Do Check Act*). Didapat hasil pada tahap plan yaitu akar penyebab masalah ditinjau dari manusia, mesin, lingkungan, dan bahan baku, untuk tahap *do* proses yang dilakukan yaitu menentukan tindakan perbaikan untuk bahan baku roti yaitu tepung, mentega,

dan alat yang digunakan yaitu loyang dan mesin busi, selanjutnya pada tahap check yaitu melakukan pengujian sampel produksi yang telah di lakukan penyempurnaan, dan tahap terakhir yaitu act melakukan usulan perbaikan sesuai hasil yang didapat seperti pembuatan SOP dalam perusahaan.

Menurut Setiawan dan Supriyadi (2021) pada penelitiannya berjudul "Penerapan Konsep Siklus *Plan Do Check Action* Untuk Meningkatkan Kinerja *Load Lugger*" penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja *load lugger* (alat angkut dalam proses industri) dengan menerapkan pendekatan siklus PDCA sebagai metode perbaikan berkelanjutan. Melalui tahap perencanaan (*Plan*), peneliti mengidentifikasi permasalahan seperti keterlambatan pengangkutan dan waktu henti operasional. Tahap pelaksana (*Do*) dilakukan dengan menerapkan solusi seperti penjadwalan ulang operasional dan perawatan berkala. Evaluasi hasil dilakukan pada tahap *Check* untuk mengetahui efektivitas perbaikan, diikuti dengan tindakan lanjutan (*Action*) guna standarisasi proses yang berhasil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan PDCA mampu meningkatkan efisiensi operasional *load lugger*, mengurangi waktu tunggu, serta meningkatkan produktivitas kerja secara keseluruhan.

Menurut Amaral et al. (2022) pada penelitiannya berjudul "*Internal Logistics process improvement using PDCA: A case study in the Automotive*" dilakukan melalui observasi dan pengumpulan data di lokasi, melibatkan dua tahap utama yaitu perencanaan dan implementasi. Menurut siklus PDCA, proses dianalisis, dan alat seperti matriks SIPOC, stratifikasi proses, 5S, dan manajemen visual diimplementasikan. Dengan menggunakan konsep Lean, pemborosan dapat diminimalkan dengan menetapkan alur yang efisien dan mendefinisikan pola rantai pasok, yang mengakibatkan pengurangan pergerakan yang tidak perlu. Pemborosan transportasi dapat dikurangi dengan memperbaiki penempatan lebih dari setengah material di trailer logistik. Penggunaan simulator *Excel* yang dikembangkan memberikan waktu siklus optimal untuk logistik. Lini perakitan yang diperoleh melalui *milk-run* sangat penting untuk mengidentifikasi berbagai perbaikan dalam proses pasokan internal, seperti peningkatan integrasi sistem manajemen stok, penerapan standar kualitas yang lebih tinggi, atau peningkatan sistem komunikasi antara berbagai area dan karyawan.

2.1.5 Posisi Penelitian

Berikut Tabel 1 yang akan dilakukan dengan membandingkan beragam metode penelitian yang telah digunakan pada penelitian terdahulu:

Tabel 1 Posisi Penelitian

No	Judul	EVSM	PDCA	PAM	KT Problem Solving	Ekonomi sirkuler
1.	*Improving Airport On-Time Performance Using Kepner Tregoe Problem Solving Approaches*				✓	
2.	*Environmental impact evaluation using green value stream mapping* (*Green*-VSM) *and Life Cycle Assesment* (LCA)	✓				
3.	*Accident Prevention Program Prioritization Using Kepner Tregoe Model: Case Study Of* Pt Pertamina EP Regional 2 Zone 7				✓	
4.	*Integration of sustainable value stream mapping and life cycle assesment to improve sustainability performance*	✓				
5.	Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dimsum Pada PT. XYZ				✓	
6.	*Public Procurements Performance Measurement In Indonesian FDA According To*				✓	

No	Judul	EVSM	PDCA	PAM	KT Problem Solving	Ekonomi sirkuler
	Head Of National Public Procurement Agency's Circular Letter Number 2 Of Year 2021 Concerning Procurement Governance Index					
7.	Konsep *Circular Ekonomy* Untuk Mewujudkan Industri Batik Yang Berkelanjutan					✓
8.	*Application for waste hotspots investigation in the frozen shrimp upstream supply chain using environmental value stream mapping* (E-VSM)	✓				
9.	Penerapan value stream mapping dan *process activity mapping* untuk identifikasi dan minimasi 7 *waste* pada proses produksi sepatu x di PT.PAI			✓		
10.	Mendorong Model Pertumbuhan Ekonomi Sirkular Melalui Penerapan Pertanian-Peternakan Regeneratif Di Desa Sendangsari					✓

No	Judul	EVSM	PDCA	PAM	KT Problem Solving	Ekonomi sirkuler
	Dalam Upaya Pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan					
11.	Pemanfaatan Sampah Rumah Tangga Melalui Konsep Ekonomi Sirkular Di Desa Tambak Baru Ilir Martapura					✓
12.	PDCA *Method implementation to reduce the potential product defects in the automotive components industry*		✓			
13.	*The success of* 5S *and* PDCA *implementation in increasing the productivity of an SME in West* Sumatra		✓			
14.	Implementasi PDCA untuk meningkatkan kualitas produk roti		✓			
15.	Implementasi metode PDCA dan *Seven Tools* untuk pengendalian kualitas pada produk *sheet* di PT. Kati Kartika Murni		✓			

No	Judul	EVSM	PDCA	PAM	KT Problem Solving	Ekonomi sirkuler
16.	*Internal Logistics process improvement using PDCA: A case study in the Automotive*		✓			

V

2.2 Landasan Teori

2.2.1 *Green Manufacturing*

Green manufacturing merupakan sebuah pendekatan pada proses produksi yang menitik beratkan proses produksi yang berkelanjutan, ramah lingkungan, efisien, serta dapat meminimalisir limbah yang dihasilkan dari proses produksi. *Green manufacturing* juga dapat diartikan sebagai metode untuk meminimalisir limbah dan polusi yang dissebabkan oleh proses manufaktur (Prestianto dan Kusdiartini, 2022). Pendekatan *green manufacturing* wajib dilakukan perusahaan seperti yang tertera pada UU No 3 tahun 2014 Pasal 30 tentang pemanfaatan sumber daya alam, dalam penerapannya pendekatan ini dilakukan dengan melakukan sejumlah desain dan rekayasa *engineering* sebagai penunjang keberhasilan pendekatan ini.

2.2.2 *Kepner Tregoe Problem Solving Methods*

Kepner tregoe problem solving methods merupakan sebuah metode pemecahan masalah yang didesain oleh Charles H. Kepner dan Benjamin B, ini merupakan alat sistematis untuk menyelesaikan masalah dan pengambilan keputusan melalui proses mengidentifikasi, sebab akibat, pilihan dan keputusan, dan mempersiapkan masalah yang dihadapi di masa depan (Hidayat dan Hermawan, 2022). Pemecahan masalah ini berfokus pada indentifikasi penyebab akar permasalahan yang terjadi serta menghasilkan rekomendasi perbaikan yang diambil berdasarkan proses analisis permasalahan serta analisis permasalahan potensial. Menurut Charles H. Kepner dan Benjamin B. Tregoe pada tahun 1981 dalam bukunya yang berjudul ”Manajer yang Rasional (II)” disebutkan bahwa dalam proses *kepner tregoe problem solving methods* terdapat empat proses dasar yang rasional untuk menggunakan dan membagi-bagi informasi mengenai masalah organisasi. Berikut empat proses dasar dari metode ini:

1. Kepner tregoe *situation appraisal* (KTSA)
   Proses ini dihadapkan oleh satu pertanyaan “Apa yang terjadi?”, hal ini bertujuan untuk mengenali situasi atau fenomena secara menyeluruh, sehingga dapat diketahui situasi atau fenomena mana yang membutuhkan tindakan lebih lanjut.
2. Kepner tregoe *problem analysis* (KTPA)
   Proses ini merupakan proses pemecahan yang sistematis dengan landasan satu pola pikir, yaitu pola pikir sebab akibat. Proses ini berisi pertanyaan mengenai identitas (*What*), lokasi (*Where*), waktu (*When*), dan luasnya (*Extent*). Jawaban tentang empat hal tadi

dikelompokkan ke dalam masalah (*Is*) dan bukan masalah (*Is Not*), hal ini bertujuan untuk menguraikan masalah secara rinci agar mendapatkan akar penyebab masalah. Berikut Tabel 2 merupakan contoh dari tabel pertanyaan yang ada pada proses ini:

Tabel 2 Contoh KT *Problem Analysis*

	Is	*Is not*	*Distinction*
What	Apa masalahnya?	Apa yang bukan menjadi masalah?	Apa yang menjadi penyebab perbedaan tersebut?
Where	Dimana masalah ditemukan?	Dimana masalah tidak ditemukan?	Apa yang menjadi penyebab perbedaan tersebut?
When	Kapan masalah terjadi?	Kapan maslaah tidak terjadi?	Apa yang menjadi penyebab perbedaan tersebut?
Extent	Sebesar apa masalahnya?	Dimana batas masalahnya?	Apa yang menjadi penyebab perbedaan tersebut?

Kesimpulan tentang akar penyebab masalah diambil dari hasil penyimpulan perbedaan (*Distinction*) pada pertanyaan mengenai identitas (*What*), lokasi (*Where*), waktu (*When*), dan luasnya (*Extent*).

3. Kepner tregoe *decision analysis* (KTDA)

   Proses ini dilakukan dengan melakukan pemilihan alternatif secara kreatif dan inovatif, penuh daya cipta dan penuh penemuan baru. Pada, pendefinisian ini sangat krusial karena pada pendefinisian ini berguna untuk memperoleh alternatif terbaik yang diinginkan untuk menentukan hasil dari keseluruhan proses ini. *Must* (Keharusan) merupakan sasaran yang mutlak harus dipenuhi sedangkan *wants* (Keinginan) merupakan sasaran yang tidak mutlak harus dipenuhi tetapi penting untuk di penuhi, bila dibuatkan analogi pada proses perekrutan pekerja maka *must* (Keharusan) merupakan persyaratan yang harus dipenuhi para calon pekerja untuk bisa mendaftarkan diri, sedangkan *wants* (Keinginan) merupakan penentu siapa calon pekerja yang dapat lolos.

Pada sasaran must (Keharusan) perlu dilakukan pengelompokkan apakah alternatif termasuk dalam kategori jalan (*Go*) atau tidak jalan (*No Go*). Penjelasan terkait jalan (*Go*) dan tidak jalan (*No Go*) dijelaskan pada Tabel 3:

Tabel 3 Keterangan *Go* dan *No Go*

Jalan (*Go*)	Alternatif dapat memenuhi sasaran must (Keharusan)
Tidak jalan (*No Go*)	Alternatif tidak dapat memenuhi sasaran must (Keharusan)

Alternatif yang masuk pada kategori tidak jalan (*No Go*) harus langsung digugurkan karena dianggap tidak dapat memenuhi persyaratan.

Pada sasaran *wants* (Keinginan) perlu dilakukan pembobotan dengan menggunakan skala 1 (Paling tidak penting) sampai 10 (Paling penting), pembobotan ini dilakukan untuk melihat sasaran *wants* (Keinginan) mana yang paling penting untuk dicapai. Perlu diperhatikan pula terkait pembobotan yaitu:

1. Banyaknya sasaran yang memiliki bobot tinggi menunjukan adanya indikasi harapan yang kurang realistis atau salah dalam menilai sasaran yang dapat menunjang keberhasilan
2. Banyaknya sasaran yang memiliki bobot rendah akan menunjukkan kesan bahwa perincian yang tidak penting dapat mengaburkan hal yang benar benar penting.

Dilakukan penilaian dengan angka 1 sampai 10 pada tiap tiap alternatif pada sasaran *wants* (Keinginan) yang berfungsi untuk mendapatkan jumlah skor, untuk melakukan perhitungan skor dilakukan menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$Bobot \times Nilai = Skor$$

Setelah didapat skor, maka dilakukan proses penjumlahan skor secara keseluruhan pada sasaran *wants* (Keinginan) untuk mendapatkan total skor yang berfungsi sebagai pembanding antara alternatif satu dengan yang lainnya. Alternatif yang dipilih merupakan alternatif dengan nilai total skor terbanyak.

Tabel 4 Contoh KT *Problem Analysis*

Solusi Alternatif	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3

Must							
Sasaran 1		*Go*		*Go*		*No Go*	
Wants:	**Bobot**	**Nilai**	**Skor**	**Nilai**	**Skor**	**Nilai**	**Skor**
Sasaran 1	10	7	70	8	80	-	-
Sasaran 2	5	9	45	6	30	-	-
		Total	115	Total	110	Total	-
		Alternatif terpilih					

4. Kepner tregoe *potential problem analysis* (KTPPA)

   Proses ini merupakan langkah yang digunakan untuk mencari masalah yang mungkin terjadi akibat alternatif solusi yang terpilih. Proses ini menciptakan solusi terhadap solusi yang telah dibuat, dilakukan proses *brainstorming* terkait masalah potensial yang munkin terjadi, kemungkinan penyebab, tindakan pencegahan, dan tindakan kontinjensi untuk di perinci jika masalah akibat solusi terjadi. Proses ini dilakukan dengan bantuan Tabel 5:

Tabel 5 Contoh KT *Potential problem Analaysis*

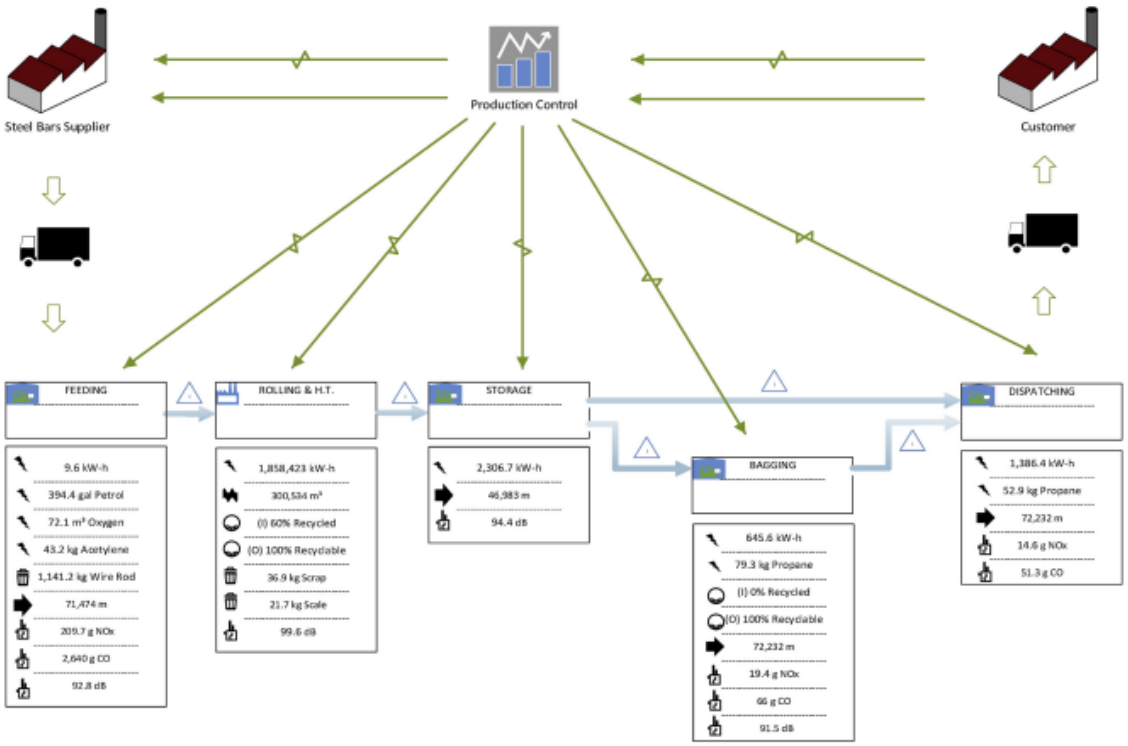
Masalah Potensial	**Kemungkinan penyebab**	**Tindakan pencegahan**	**Tindakan kontinjensi**
Terjadinya kecelakaan lalu lintas	Kurangnya ilmu ber lalu lintas	Perlunya mempelajari ilmu berlalu lintas	Mengadakan kegiatan penyuluhan tentang ber lalu lintas

2.2.3 *Process Activity Mapping*

Process activity mapping (PAM) berfungsi untuk mengetahui segala aktivitas-aktivitas yang berlangsung selama proses produksi (Maulana, 2019). Hal ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas mana yang menghasilkan air limbah yang mendominasi. Dalam implementasi PAM dibutuhkan beberapa data aktual perusahaan untuk mendukung proses identifikasi aktivitas yaitu proses produksi, aktivitas produksi, dan keterangan pengeluaran air limbah. PAM dilakukan dengan melakukan pengamatan pada tiap tiap aktivitas produksi serta berapa banyak air limbah yang dihasilkan. Pada penelitian ini PAM dibutuhkan sebagai *input* proses, aktivitas, dan waktu kerja pada proses pemetaan *environmental value stream mapping* (EVSM).

2.2.4 *Environmental Value Stream Mapping*

Environmental value stream mapping atau biasa disingkat EVSM merupakan pengembangan dari *value stream mapping* (VSM) yang digunakan untuk melakukan pemetaan terhadap alur proses produksi serta aliran arus informasi, tetapi pada EVSM penggunaannya dengan menitik beratkan pada pendekatan lingkungan (Hidayatno, 2016). Tujuan strategis untuk penerapannya adalah untuk secara efektif mengidentifikasi dan mengukur pemborosan lingkungan dalam aliran nilai dari proses (Garza et al., 2018). Gambar 1 merupakan contoh bagan pemetaan EVSM menurut Garza et al. (2018):



Gambar 1 Pemetaan EVSM

2.2.5 *Plan Do Check Act*

Plan Do Check Act (PDCA) merupakan sebuah siklus yang berbentuk kerangka sistematis bertujuan untuk menata satu persatu metode atau langkah dengan tujuan utama untuk menjaga atau memperbaiki kualitas. Metode ini digunakan untuk mengendalikan dan meningkatkan (Isniah et al., 2020), pendekatan berbasis PDCA diusulkan untuk memberikan metode yang efektif untuk memungkinkan penyebaran studi E-VSM dalam siklus perbaikan yang sistematis, berulang, dan berkelanjutan (Garza et al., 2018). Menurut (Fitriani, 2018) PDCA memiliki Siklus ini memiliki 4 proses, yaitu:

1. *Plan*

   Perencanaan, mengumpulkan data masalah, mengidentifikasi penyebab, memutuskan solusi atau penanggulangan, mengembangkan rencana dengan target, dan tes atau standar yang akan memerikas apakah penanggulangan sudah benar. Hal ini harus dilakukan secara sistematis dan menyeluruh.

2. *Do*

   Melaksanakan atau mengimplementasikan proses yang telah direncanakan.

3. *Check*

Tahap ini berisi proses yang berguna untuk melakukan analisis, pemeriksaan, serta evaluasi untuk mencapai tujuan utama yaitu menghasilkan saran perbaikan yang dapat digunakan untuk menjaga atau memperbaiki kualitas.

4. *Act*

Tahap ini berisi tindakan lanjutan yang diambil untuk memberikan usulan perbaikan yang dihasilkan dari tahap check.

2.2.6 *Brainstorming*

Brainstorming merupakan sebuah pendekatan yang digunakan untuk membuat atau mengumpulkan ide ide*, brainstorming* bisa dilakukan secara individu maupun kelompok. Proses berpikir kreatif menekankan pada pemikiran divergen, berpikir divergen adalah proses kognitif yang paling umum digunakan dalam penelitian , studi, dan penilaian, berpikir divergen dilakukan untuk mendapatkan berbagai macam ide atau solusi alternatif (Kurnia et al., 2020).

2.2.6.1 SCAMPER

SCAMPER merupakan singkatan dari *subtitute, combine, adapt, modify, put to other uses, eliminate, dan reverse.* SCAMPER merupakan sebuah akronim yang terdiri dari pertanyaan pertanyaan yang memacu ide untuk menyarankan beberapa alternatif solusi dari sesuatu yang sudah ada (Kurnia et al., 2020). Menurut Michalko (2006) dalam Sari dan Mubaligh (2019) dijelaskan bahwa dalam melakukan generalisasi ide-ide kreatif untuk menyelesaikan suatu persoalan dapat dibuat menggunakan SCAMPER dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan pemantik ide, berikut Tabel 6 contoh pertanyaan-pertanyaan sebagai pemantik ide:

Tabel 6 SCAMPER

S – *Subtitute*	- Apa yang dapat diganti? - Siapa yang diganti? - Proses apa yang bisa diganti? - Materi lain apa yang dapat menggantikan materi sebelumnya?
C – *Combine*	- Ide atau tujuan lain apa yang dapat di gabungkan? - Dapatkah sesuatu itu digabungkan kepada sesuatu yang lain? - Bagaimana dengan mencampur ide? - Bagaimana saya mengkombinasi tujuan?

A – *Adapt*	- Bagaimana masalah pada umumnya diselesaikan? - Bagaimana hal tersebut bisa di sesuaikan? - Bagaimana bisa lebih serasi? - Pemikiran lain apa yang bisa ditawarkan? - Adakah yang sudah menawarkan hal yang kita pikirkan?
M – *Modify*	- Bagaimana ini bisa diubah menjadi lebih baik? - Apa yang saya modifikasi? - Memodifikasi warna/bentuk/suasana/suara? - Bagaimana saya dapat merubah makna? - Hal apa lagi yang bisa ditambah? - Bagaimana cara meningkatkan atau mengurangi ukuran, bentuk, dan lain sebagainya?
P – *Put to other uses*	- Bisa digunakan untuk apa lagi ini? - Apa kegunaan hal hal tersebut? - Siapa saja yang dapat menggunakannya? - Pasaran apa yang menarik sekarang?
E – *Eliminate*	- Apa yang harus saya sederhanakan atau perkaya? - Apakah ini akan menjadi sesuatu yang polos atau mewah? - Bagaimana saya bisa melakukannya? - Apa yang bisa saya singkirkan? - Apa yang bisa dilakukan tanpa hal tersebut?
R – *Reverse*	- Apakah lain waktu, rutin, berproses, atau bertempat? - Susunan atau pengaturan apa yang sepertinya lebih bagus? - Apa yang akan terjadi apabila memenuhi harapan? - Mengatur ulang urutan, pola atau tata letak?

2.2.7 Konsep Ekonomi Sirkular

Ekonomi sirkular merupakan salah satu bentuk upaya untuk perbaikan lingkungan dan untuk pembangunan berkelanjutan (Malihah et al., 2023). Menurut Jannah (2023) dalam bukunya yang berjudul "Ekonomi Sirkular" dijelaskan bahwa ekonomi sirkular melampui sekadar pengelolaan sampah, konsep ekonomi sirkular fokus pada pengurangan konsumsi sumber daya dan material dalam seluruh rantai produksi. Implementasi ekonomi sirkular dalam kehidupan masyarakat tidak terlepas dari seluruh aktivitas kehidupan masyarakat (Hidayatullah dan Purwanto, 2024). Menurut Indrayani (2021), ekonomi sirkular adalah sistem industri yang bersifat restoratif dan regeneratif dengan desain yang dapat menggantikan konsep akhir hidup

suatu produk ke arah yang lebih ramah lingkungan menggunakan energi terbarukan, menghilangkan penggunakan bahan kimia yang beracun, serta berupaya untuk penghapusan limbah melalui desain yang unggul secara bahan, produk, sistem, dan model bisnis. Kemudian konsep ekonomi sirkular dirangkum dengan pendekatan kerangka R, berikut kerangka R:

Tabel 7 Konsep R

Konsep R	**Penjelasan**
Reduce	Menghindari barang sekali pakai (Eprianti et al., 2021). Mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan dengan membatasi bahan yang berpotensi menjadi sampah.
Reuse	Barang yang dianggap sampah dari kegiatan pertama, sebenarnya dapat berguna untuk kegiatan berikutnya, baik untuk fungsi yang sama maupun berbeda (Eprianti et al., 2021). Menggunakan kembali barang yang masih layak pakai tanpa diolah kembali agar tidak cepat jadi sampah
Recycle	Melakukan proses pengolahan kembali limbah agar dapat digunakan kembali sebagai bahan mentah baru. Usaha ini dilakukan dengan mengubah barang bekas menjadi benda lain yang berguna dan layak pakai (Eprianti et al., 2021)
Recovery	Mengambil manfaat dari limbah yang sudah tidak bisa dilakukan *reduce*, *reuse*, dan *recyle*

Konsep R	Penjelasan
Repair	Mencegah pemborosan sumber daya alam dengan cara memperbaiki barang rusak agar dapat terpakai kembali

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Objek penelitian merupakan gambaran dari kondisi sesuatu hal yang diteliti untuk mendapatkan pemahaman yang jelas atas hal yang akan diteliti, bisa dikatakan objek penelitian merupakan apa yang diteliti. Objek dari penelitian ini adalah air limbah pada UKM Berkah Lestari Jaya yang berlokasi di Desa Wukirsari, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul. Daerah Istimewa Yogyakarta.

3.2 Subjek Penelitian

Subjek penelitian merupakan pihak yang menjadi sumber data penelitian, atau bisa dikatakan subjek merupakan siapa yang diteliti. Subjek dari penelitian ini yaitu pekerja Kelompok Batik Tulis Berkah Lestari Jaya.

3.3 Jenis data

3.3.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang digunakan sebagai bahan utama untuk melakukan penelitian, data primer yang diambil yaitu alur proses produksi, aktivitas produksi, limbah cair yang dihasilkan tiap proses, alur limbah cair, sasaran keharusan, sasaran keinginan dan bobot sasaran keinginan. Proses pengambilan data primer yang dilakukan dengan cara melakukan observasi dan wawancara kepada para pekerja Kelompok Batik Berkah Lestari Jaya.

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapat melalui studi literatur penelitian terdahulu, sehingga data sekunder tidak diambil secara langsung pada objek penelitian melainkan diambil berdasarkan korelasi antara penelitian terdahulu dengan penelitian yang sedang dilakukan, dapat disimpulkan data sekunder merupakan data yang digunakan sebagai pendukung data primer. data sekunder yang digunakan sebagai pendukung data primer dari penelitian ini yaitu berbagai macam proses produksi batik dan metode penelitian yang digunakan.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Langkah yang dilakukan dalam melakukan pengumpulan data untuk dilakukan penelitian ini yaitu melalui:

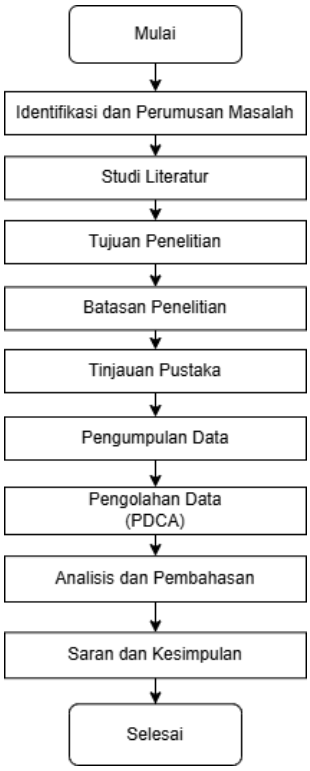
1. Observasi

   Observasi merupakan metode pengambilan data dengan cara melakukan penelitian secara langsung pada objek yang diteliti. Pada penelitian ini observasi dilakukan pada Kelompok Batik Berkah Lestari Jaya.

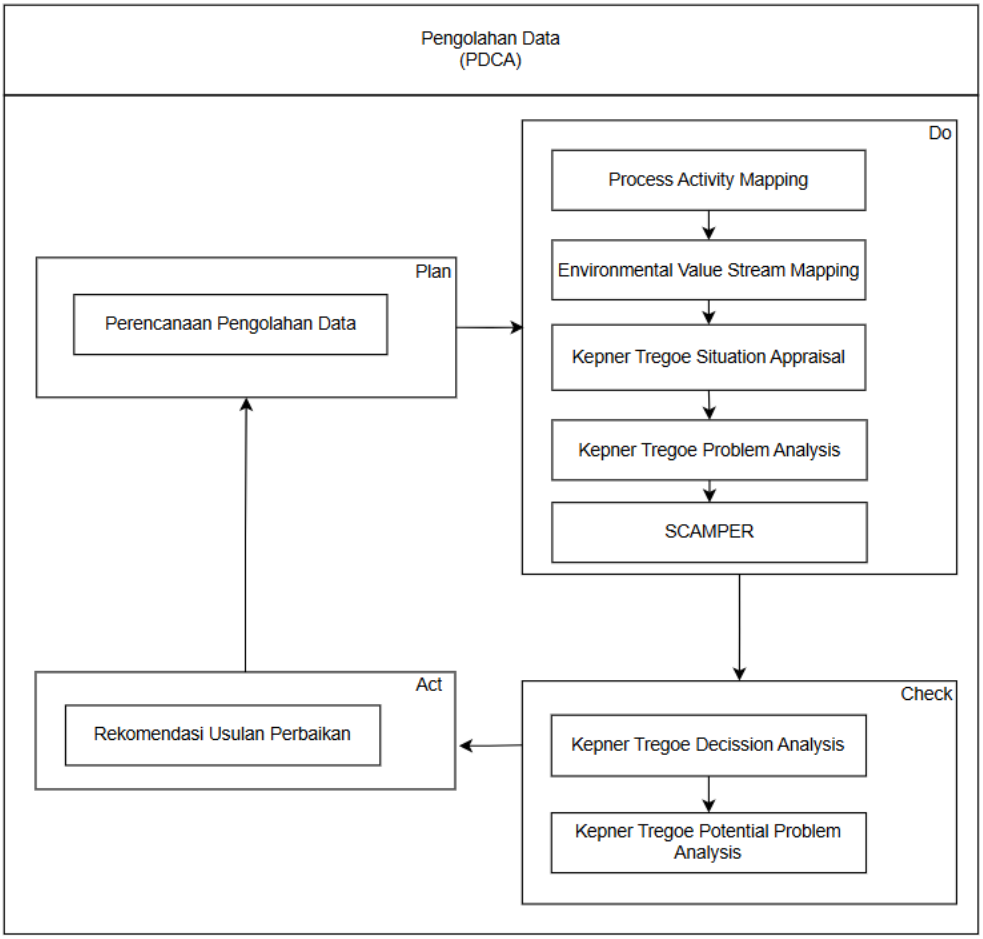
2. Wawancara

   Wawancara merupakan salah satu metode pengambilan data dengan melakukan sesi tanya jawab dengan manusia yang terlibat pada objek yang diteliti. Pada penelitian ini wawancara dilakukan dengan para pekerja Kelompok Batik Berkah Lestari Jaya.

3.5 Alur Penelitian



Gambar 2 Alur Penelitian



Gambar 3 Alur Pengolahan Data (PDCA)

Alur penelitian merupakan langkah-langkah yang perlu dijalani pada penelitian untuk mencapai tujuan. Berikut merupakan penjelasan dari Gambar 3:

1. Mulai

   Tanda penelitian ini dimulai
2. Identifikasi dan Perumusan Masalah

   Melakukan identifikasi masalah dan pengangkatan isu masalah setelah melakukan pengamatan dengan melakukan observasi ke tempat CV Berkah Lestari Jaya
3. Studi Literatur

   Melakukan pencarian referensi terkait penelitian terdahulu serta jurnal pendukung terkait dengan metode penelitian yang digunakan dan topik penelitian serupa
4. Tujuan Penelitian

   Menentukan tujuan dari dilakukan penelitian ini dengan menjawab rumusan masalah
5. Batasan Penelitian

Melakukan pembatasan ruang lingkup penelitian, hal ini bertujuan untuk menjaga fokus penelitian

6. Tinjauan Pustaka

   Melakukan riset penelitian terdahulu terkait metode yang digunakan, serta membuat state of art untuk mengetahui posisi penelitian. Pada tinjauan pustaka juga melakukan pendefinisian teori terkait metode, pendekatan, dan alat yang dipakai dalam penelitian ini

7. Pengumpulan Data

   Data terbagi menjadi dua jenis yaitu data primer dan sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara observasi dan wawancara untuk mendapatkan data terkait alur produksi, proses produksi, air limbah yang dihasilkan tiap proses, alur air limbah, sasaran keharusan, sasaran keinginan dan pembobotan sasaran keinginan.

8. Pengolahan Data (PDCA)

- *Plan*

  Perencanaan pengolahan data.

- *Do*

  1) *Process activity mapping*

     Melakukan pendataan serta pengelompokkan terkait aktivitas kerja yang ada serta berapa banyak sumber daya air yang diperlukan untuk melakukan suatu aktivitas.

  2) *Environmental value stream mapping*

     Melakukan pemetaan terkait kondisi terkini dari alur produksi untuk memahami kondisi terkini serta melakukan pemetaan masa depan dengan menggunakan data yang telah di kaji ulang.

  3) Kepner tregoe *situation appraisal*

     Melakukan penilaian situasi dengan melihat data hasil dari analisis dampak lingkungan, dan data yang telah didapatkan terkait limbah air.

  4) Kepner tregoe *problem analysis*

     Melakukan pencarian akar masalah dengan menggunakan bantuan tabel kepner tregoe *problem analysis*.

  5) SCAMPER

     Melakukan pembuatan ide alternatif solusi dengan menjawab berbagai pertanyaan sebagai pemantik ide.

- *Check*

1) Kepner tregoe *decission analysis*

Melakukan pembandingan alternatif solusi yang telah dipilih pada metode SCAMPER, untuk dilakukan pembobotan dan penilaian yang bertujuan untuk mendapatkan total skor sebagai landasan dipilihnya alternatif solusi tersebut.

2) Kepner tregoe *potential problem analysis*

Melakukan evaluasi terkait dampak yang ditimbulkan dari alternatif solusi yang diambil dan membuat langkah-langkah yang diambil untuk melakukan mitigasi.

- *Act*

Rekomendasi Usulan Perbaikan.

9. Analisis dan Pembahasan

Melakukan proses analisis dan pembahasan terkait hasil dari pengolahan data.

10. Saran dan Kesimpulan

Melakukan pendefinisan saran dan kesimpulan berdasarkan hasil dari pengolahan data.

11. Selesai

Tanda bahwa penelitian telah selesai.

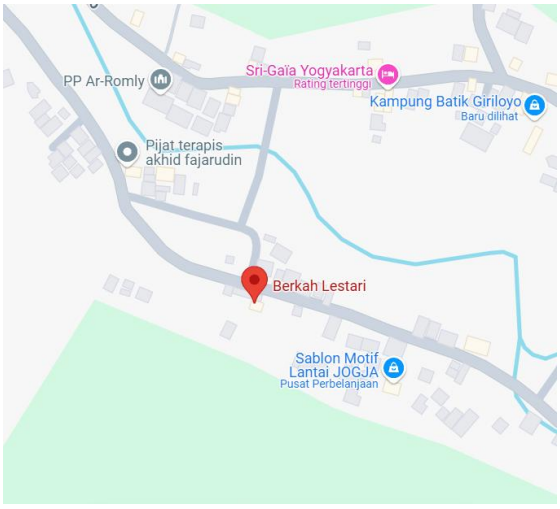
BAB IV
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data berguna untuk mendapatkan data yang dibutuhkan untuk proses penelitian, pengumpulan data dilakukan di CV. Berkah Lestari Jaya, data yang dikumpulkan yaitu deskripsi umum CV. Berkah Lestari Jaya, alur proses produksi, aktivitas produksi, air limbah yang dihasilkan, alur air limbah, sasaran keharusan, sasaran keinginan, dan bobot sasaran keinginan. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan teknik observasi dan wawancara.

4.1.1 CV. Berkah Lestari Jaya

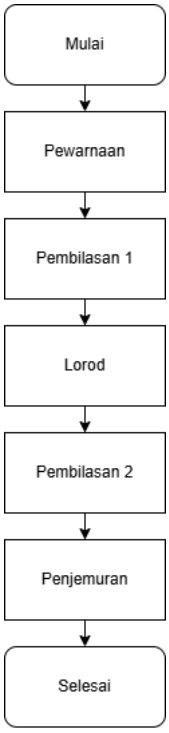
CV. Berkah Lestari Jaya merupakan salah satu dari beberapa kelompok batik yang ada di Kampung Batik Giriloyo yang sejak zaman dahulu hingga saat ini masih aktif membuat batik dengan cara tradisional. Kelompok batik ini memiliki spesialisasi di bidang pewarnaan batik sejak 5 Februari 2007 yang berlokasi di Manggung, Wukirsari, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.



Gambar 4 Lokasi CV. Berkah Lestari Jaya

4.1.2 Alur Proses Produksi

Gambar 5 merupakan urutan alur proses produksi yang dilakukan pada CV. Berkah Lestari Jaya:



Gambar 5 Alur Proses Produksi

4. Pewarnaan

   Tahap pertama yang menjadi proses dalam pengolahan batik yaitu proses pewarnaan menggunakan bahan sintetis yaitu naptol dan indigosol. Pewarnaan dilakukan dengna cara kain batik yang akan diberi warna akan direndam terlebih dahulu selama 30 menit agar hasil pewarnaan maksimal, baru kemudian diberi zat warna dengan cara kain batik tadi di celupkan ke dalam kolam pewarnaan lalu selanjutnya kain batik di usap agar warna menyerap secara merata, lalu yang terakhir kain batik digantung siap untuk proses berikutnya

5. Pembilasan 1

   Tahap kedua dilakukan pembilasan pada kain batik yang telah digantung dengan tujuan untuk membersihkan kain dari kemungkinan adanya partikel kecil seperti pasir dan debu.

6. Lorod

   Tahap ketiga merupakan proses perebusan untuk melunturkan malam yang menempel pada kain batik, hal ini dilakukan dengan cara kain batik yang telah diberi warna di celupkan kedalam air yang dicampur dengan soda abu dan sudah mendidih, lalu di aduk hingga malam luntur sepenuhnya.

7. Pembilasan 2

Tahap keempat dilakukan pembilasan pada kain batik yang telah direbus dengan cara kain batik yang telah direbus langsung di celupkan ke dalam panci yang berisi air hangat untuk membersihkan sisa sisa malam.

8. Penjemuran

Tahap kelima yaitu kain batik yang telah bersih dari malam lalu di jemur agar kering dan penjemuran merupakan tahap akhir dari proses produksi kain batik pada CV. Berkah Lestari Jaya.

4.1.3 Aktivitas Produksi

Tabel 8 merupakan daftar aktivitas produksi yang ada pada CV. Berkah Lestari Jaya:

Tabel 8 Aktivitas Produksi Dan Keluaran Air Limbah

Proses Produksi	**Aktivitas Produksi**	**Air Limbah (/liter)**
Pewarnaan Kain Batik	Mengambil kain yang akan diwarna dari gudang	
	Mengisi air bersih pada wadah perendaman kain	
	Menaburi air dengan deterjen	
	Memasukkan kain kedalam air detergen	
	Rendam kain hingga basah menyeluruh	
	Membersihkan wadah untuk pewarnaan	5
	Memakai APD (Apron dan sarung tangan)	
	Mencari dan mengambil nitrit dan indigosol	
	Menimbang nitrit dan indigosol	
	Mencampur nitrit dan indigosol dengan air di dalam ember	
	Menutup lubang pembuangan menggunakan kain pada wadah pewarnaan	
	Mengisi wadah pewarnaan dengan air bersih	
	Memasukkan 3 cup pewarna pada wadah pewarnaan	
	Memasukkan kain kedalam air pewarna	
	Meratakan kain dengan air pewarna menggunakan tangan	

Proses Produksi	Aktivitas Produksi	Air Limbah (/liter)
	Meniriskan kain yang telah diwarnai pada kayu sampiran	1
	Ambil ember dan memposisikan tepat di bawah lubang pembuangan wadah	
	Lepas kain penutup lubang pembuangan	
	Buang cairan pewarna yang memenuhi ember ke tempat pembuangan limbah	30
	Angkat dan miringkan wadah untuk meniriskan wadah pewarna	
	Siram wadah dengan air bersih untuk membersihkan dari pewarna	5
Pembilasan 1	Siapkan bak pembilasan	
	Isi bak dengan air bersih	
	Ambil kain berwarna yang telah ditiriskan pada kayu sampiran	
	Mengucek lembut kain batik	
	Membilas kain batik dengan air bersih	7
	Peras lembut kain batik hingga air pada kain menyusut	1
	Tiriskan pada kayu sampiran	1
Lorod	Menata 2 panci pada tungku pembakaran	
	Siapkan soda abu	
	Isi 2 panci dengan air bersih	
	Ambil kayu bakar untuk bahan pembakaran	
	Menata kayu bakar pada tungku pembakaran	
	Menyalakan pemantik api	
	Membuat api dengan kayu bakar	
	Menunggu air kedua panci mendidih	
	Campurkan bubuk soda abu pada 1 panci	
	Ambil kain yang telah dibilas	

Proses Produksi	Aktivitas Produksi	Air Limbah (/liter)
	Masukkan dan rebus kain ke dalam panci berisi air bersih mendidih	
	Masukkan kain ke dalam bak berisi air bersih (suhu normal)	
	Pindahkan kain dari bak ke dalam panci berisi air + soda abu	
	Rebus kain pada panci berisi air mendidih + soda abu	
	Angkat kain yang telah direbus dengan air mendidih + soda abu ke tempat pembilasan	
	Bilas kain menggunakan air bersih	2
	Angkat kembali kain ke tempat perebusan	
	Rebus kain kempali pada panci berisi air mendidih + soda abu	
	Membuang air bekas perebusan	20
Pembilasan 2	Angkat kembali kain ke tempat pembilasan	
	Bilas kain menggunakan air bersih	10
	Peras lembut kain batik hingga air pada kain menyusut	1
	Masukkan kain ke dalam kontainer	
Penjemuran	Ambil kontainer berisi kain batik yang telah dibilas bersih	
	Bawa kontainer menuju tempat penjemuran kain	
	Jemur kain dengan bentuk terbuka di tali jemuran	
	Jemur kain hingga kering	
	Angkat kain yang telah kering	
	Lipat kain menjadi rapi dan masukkan ke kontainer	

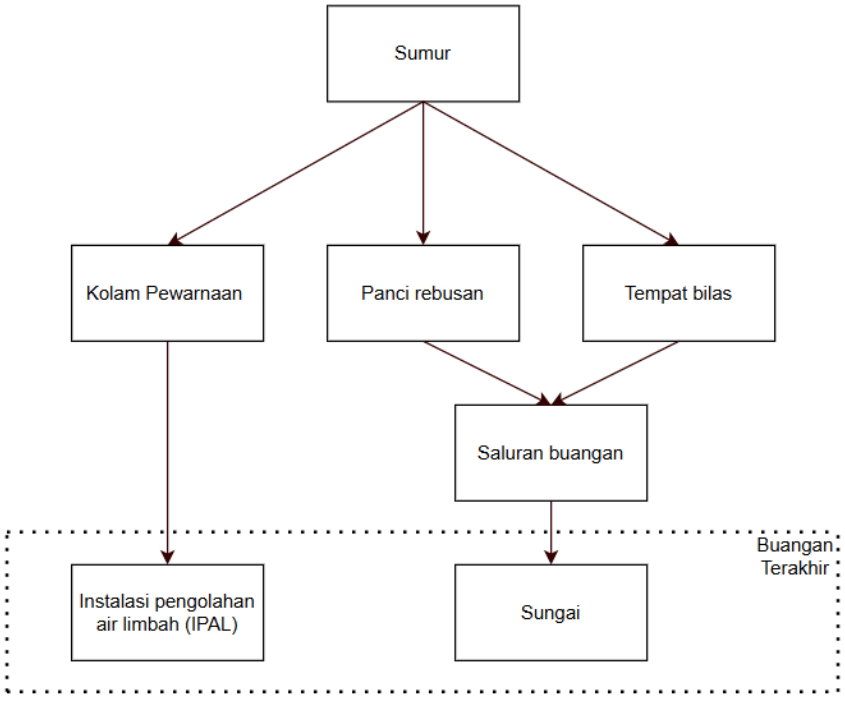
4.1.4 Air Limbah

Berikut merupakan air limbah yang dihasilkan oleh CV. Berkah Lestari Jaya selama proses produksi berlangsung:

Tabel 9 Pengeluaran Air Limbah

No	Proses Produksi	Air Limbah (/L)
1	Pewarnaan	41
2	Pembilasan 1	9
3	Peloroddan	22
4	Pembilasan 2	11
5	Penjemuran	-

Berikut urutan alur air limbah dari awal hingga akhir dari proses produksi:



Gambar 6 Alur Air Limbah

4.1.5 Sasaran Keharusan (*Must*) dan Keinginan (*Wants*)

Berikut merupakan data dari sasaran keharusan (*Must*) yang merupakan sasaran yang wajib dipenuhi oleh calon solusi alternatif yang di usulkan.

Tabel 10 Sasaran Keharusan (*Must*)

No	Sasaran Keharusan (*Must*)
1	Tidak boleh mengubah tata letak fasilitas produksi
2	Tidak boleh mengubah sistem dan alur produksi
3	Tidak boleh mengurangi atau mengganti bahan baku dan alat

Berikut merupakan data terkait sasaran keinginan berserta bobot pada tiap sasaran.

Tabel 11 Sasaran Keinginan (*Wants*)

No	Sasaran Keinginan (*Wants*)	Bobot
1	Berkelanjutan	8
2	Perawatannya mudah	8
3	Ramah lingkungan	9
4	Penggunaannya mudah	7

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk mengolah data yang sudah dikumpulkan menggunakan berbagai metode sesuai alur penelitian dan kepentingan penelitian untuk mencapai tujuan penelitian ini dilakukan.

4.2.1 *Plan*

Tahapan ini merupakan perencanaan penelitian yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian. Langkah awal pada penelitian ini dimulai dengan melakukan pencatatan aktivitas kerja menggunakan metode *Process Activity Mapping* (PAM) untuk mengetahui detail terkait aktivitas kerja apa saja yang dilakukan pada tiap tiap proses kerja beserta air limbah yang dihasilkan pada tiap aktivitas. Selanjutnya dilakukan pemetaan aktivitas kerja serta pemetaan berapa banyak total air limbah yang dihasilkan pada tiap tiap proses kerja menggunakan bagan *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM).

Dilanjutkan metode *Kepner tregoe situation appraisal* yang berupa penilaian situasi bertujuan untuk memahami kondisi terkini dari suatu fenomena terkait air secara menyeluruh. Setelah memahami bagaiman kondisi terkini, berikutnya dilanjutkan dengan metode *Kepner tregoe Problem Analysis* yang bertujuan untuk mengambil kesimpulan inti permasalahan yang terjadi pada suatu fenomena dengan menggunakan bantuan tabel untuk menguraikan fenomena secara rinci. Setelah didapat kesimpulan inti permasalahan yang terjadi, maka dilakukan proses pencarian solusi menggunakan metode SCAMPER (*Subtitute, Combine, Adapt, Modify, Put to other uses, dan Eliminate*) yang dikombinasikan dengan konsep ekonomi sirkular yaitu 5R (*reduce, reuse, recycle, recovery,* dan *repair*), metode ini dilakukan dengan brainstorming menjawab beberapa pertanyaan untuk memancing ide dan melakukan pencocokkan dengan salah satu konsep ekonomi sirkular. Setelah mendapatkan calon usulan perbaikan (alternatif), maka dilakukan pembobotan untuk setelahnya jika sudah selesai dilanjut ke tahap perhitungan nilai pada masing-masing calon usulan perbaikan (alternatif) untuk mendapatkan calon usulan perbaikan (alternatif) terbaik.

Alternatif yang terpilih di analisis pada metode *Kepner tregoe Potential Problem Analysis* dengan melakukan pencatatan masalah potensial yang mungkin terjadi akibat alternatif solusi yang dilakukan. Analisis ini dilakukan dengan bantuan tabel yang berisikan masalah potensial, kemungkinan penyebab, tindakan pencegahan, dan tindakan kontinjensi. Telah didapat rekomendasi usulan yang dapat diimplementasi oleh UKM untuk megurangi dampak negatif limbah air.

4.2.2 *Do*

4.2.2.1 PAM (*Process Activity Mapping*)

Berdasarkan hasil dari pengumpulan data yang dilakukan dengan cara observasi dan wawancara pada CV. Berkah Lestari Jaya terkait aktivitas produksi, maka dihasilkan Tabel 12 seperti pada tabel berikut:

Tabel 12 *Process Activity Mapping*

Proses Produksi	**Aktivitas Produksi**	**Air Limbah (/liter)**
Pewarnaan Kain Batik	Mengambil kain yang akan diwarna dari gudang	
	Mengisi air bersih pada wadah perendaman kain	

Proses Produksi	Aktivitas Produksi	Air Limbah (/liter)
	Menaburi air dengan deterjen	
	Memasukkan kain kedalam air detergen	
	Rendam kain hingga basah menyeluruh	
	Membersihkan wadah untuk pewarnaan	5
	Memakai APD (Apron dan sarung tangan)	
	Mencari dan mengambil nitrit dan indigosol	
	Menimbang nitrit dan indigosol	
	Mencampur nitrit dan indigosol dengan air di dalam ember	
	Menutup lubang pembuangan menggunakan kain pada wadah pewarnaan	
	Mengisi wadah pewarnaan dengan air bersih	
	Memasukkan 3 cup pewarna pada wadah pewarnaan	
	Memasukkan kain kedalam air pewarna	
	Meratakan kain dengan air pewarna menggunakan tangan	
	Meniriskan kain yang telah diwarnai pada kayu sampiran	1
	Ambil ember dan memposisikan tepat di bawah lubang pembuangan wadah	
	Lepas kain penutup lubang pembuangan	
	Buang cairan pewarna yang memenuhi ember ke tempat pembuangan limbah	30
	Angkat dan miringkan wadah untuk meniriskan wadah pewarna	
	Siram wadah dengan air bersih untuk membersihkan dari pewarna	5
Pembilasan 1	Siapkan bak pembilasan	
	Isi bak dengan air bersih	
	Ambil kain berwarna yang telah ditiriskan pada kayu sampiran	

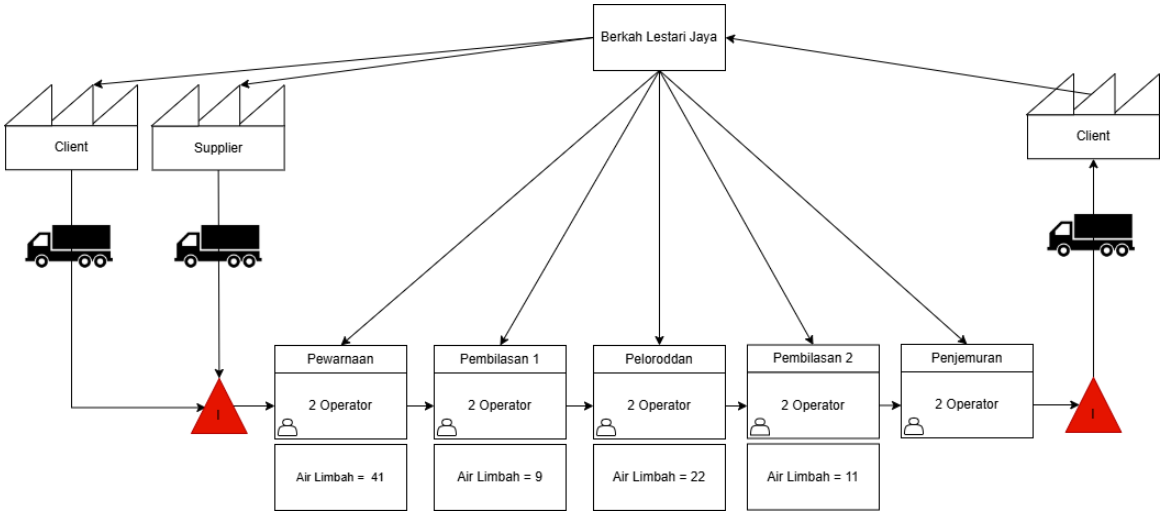
Proses Produksi	Aktivitas Produksi	Air Limbah (/liter)
	Mengucek lembut kain batik	
	Membilas kain batik dengan air bersih	7
	Peras lembut kain batik hingga air pada kain menyusut	1
	Tiriskan pada kayu sampiran	1
Lorod	Menata 2 panci pada tungku pembakaran	
	Siapkan soda abu	
	Isi 2 panci dengan air bersih	
	Ambil kayu bakar untuk bahan pembakaran	
	Menata kayu bakar pada tungku pembakaran	
	Menyalakan pemantik api	
	Membuat api dengan kayu bakar	
	Menunggu air kedua panci mendidih	
	Campurkan bubuk soda abu pada 1 panci	
	Ambil kain yang telah dibilas	
	Masukkan dan rebus kain ke dalam panci berisi air bersih mendidih	
	Masukkan kain ke dalam bak berisi air bersih (suhu normal)	
	Pindahkan kain dari bak ke dalam panci berisi air + soda abu	
	Rebus kain pada panci berisi air mendidih + soda abu	
	Angkat kain yang telah direbus dengan air mendidih + soda abu ke tempat pembilasan	
	Bilas kain menggunakan air bersih	2
	Angkat kembali kain ke tempat perebusan	
	Rebus kain kempali pada panci berisi air mendidih + soda abu	
	Membuang air bekas perebusan	20

Proses Produksi	Aktivitas Produksi	Air Limbah (/liter)
Pembilasan 2	Angkat kembali kain ke tempat pembilasan	
	Bilas kain menggunakan air bersih	10
	Peras lembut kain batik hingga air pada kain menyusut	1
	Masukkan kain ke dalam kontainer	
Penjemuran	Ambil kontainer berisi kain batik yang telah dibilas bersih	
	Bawa kontainer menuju tempat penjemuran kain	
	Jemur kain dengan bentuk terbuka di tali jemuran	
	Jemur kain hingga kering	
	Angkat kain yang telah kering	
	Lipat kain menjadi rapi dan masukkan ke kontainer	

Alur proses produksi pada kelompok batik ini yaitu terdiri dari pewarnaan, pembilasan 1, peloroddan, pembilasan 2, dan penjemuran. Pada proses pewarnaan dihasilkan air limbah sebanyak 41 liter, proses pembilasan 1 sebanyak 9 liter, proses peloroddan 22 liter, proses pembilasan 2 sebanyak 11 liter.

4.2.2.2 EVSM (*Environmental Value Stream Mapping*)

Pemetaan alur proses dibuat berdasarkan aktivitas produksi yang ada pada CV. Berkah Lestari Jaya, pemetaan ini berisi proses produksi, alur proses produksi, dan penggunaan air pada tiap proses produksi. Pada pemetaan EVSM terdapat dua jenis yaitu pemetaan EVSM kondisi terkini dan kondisi masa depan, Gambar 7 merupakan pemetaan EVSM:



Gambar 7 *Environmental Value Stream Mapping*

Seluruh proses produksi dilakukan oleh dua orang pekerja (operator), proses produksi pada kelompok batik ini diawali dengan penerimaan bahan baku pewarna dari pemasok serta kain batik yang sudah berpola dari client. Seluruh bahan tersebut disimpan pada inventory sebelum memasuki tahap produksi. Tahap pertama yaitu proses pewarnaan, kegiatan ini menghasilkan limbah air sebanyak 41 liter. Selanjutnya, dilakukan proses pembilasan pertama yang menghasilkan 9 liter limbah air. Proses berikutnya yaitu pelorodan, proses ini menghasilkan limbah air sebanyak 22 liter. Setelah itu, dilakukan proses pembilasan kedua menghasilkan 11 limbah air. Kemudian dilakukan proses penjemuran. Setelah seluruh proses produksi dilakukan, kemudian kain batik disimpan ke dalam inventory untuk selanjutnya dikirim kembali pada client.

4.2.2.3 Kepner Tregoe *Situation Appraisal*

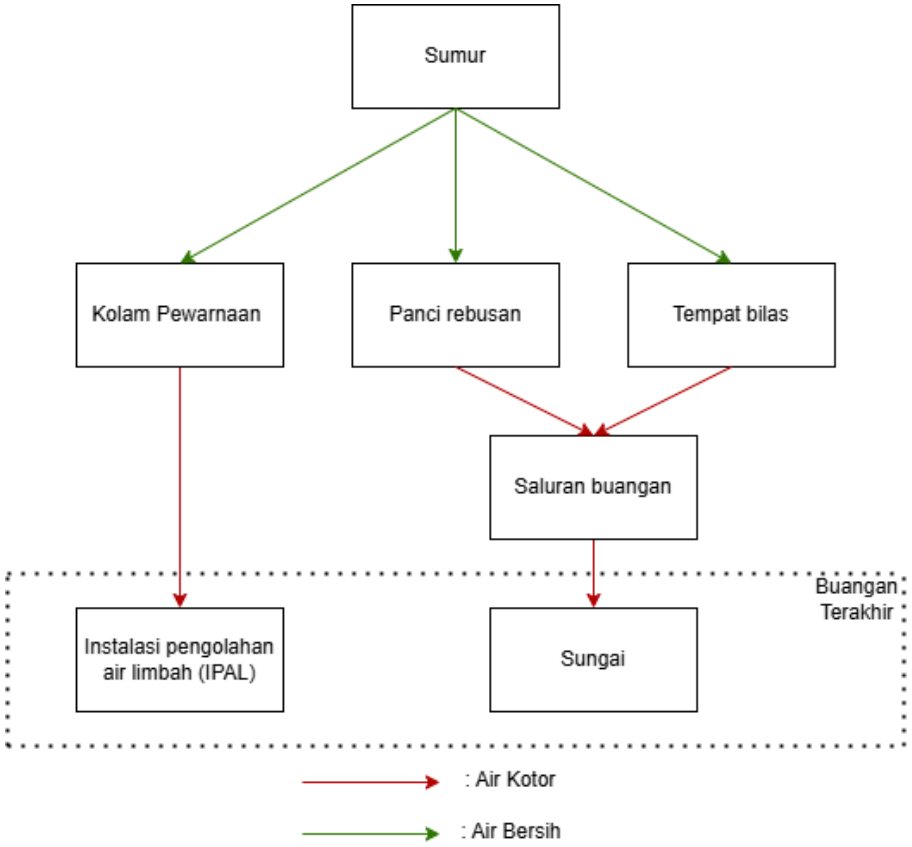
Untuk memahami kondisi terkini terkait fenomena yang terjadi pada CV.Berkah Lestari Jaya, dilakukan perincian situasi dengan menjawab pertanyaan dasar berupa “Apa yang terjadi?”. Berikut merupakan kondisi terkini berdasarkan pertanyaan tersebut:

Pada CV. Berkah Lestari Jaya terjadi fenomena limbah air bekas pencucian kain yang dibuang langsung ke aliran sungai tanpa melewati instalasi pengolahan air limbah (IPAL). Limbah air pada industri batik memiliki standar baku mutu yang telah di tetapkan oleh pemerintah. Pada fenomena yang terjadi saat ini, limbah air yang dibuang tidak memenuhi standar baku mutu, dibuktikan dengan Tabel 13 yang merupakan perbandingan parameter air limbah antara hasil laboratorium dengan standar baku mutu pemerintah.

Tabel 13 Perbandingan Baku Mutu

No	Parameter	Kadar Paling Tinggi (mg/L)	Hasil Uji Sampel Laboratorium	Baku Mutu
1	BOD_5	60	2230,0	Tidak Memenuhi
2	COD	150	10562,5	Tidak Memenuhi
3	TSS	50	343	Tidak Memenuhi
4	Fenol Total	0,5	0,2506	Memenuhi
5	Krom Total (Cr)	1,0	<0,0095	Memenuhi
6	Amonia Total (NH_3-N)	8,0	0,2379	Memenuhi
7	Sulfida (sebagai S)	0,3	<0,0043	Memenuhi
8	pH	6,0 – 9,0	9,7	Tidak Memenuhi

Limbah yang tidak memenuhi standar baku mutu dapat dianggap mencemari lingkungan. Selain mencemari lingkungan, dapat dikatakan juga perusahaan tidak memenuhi aturan yang telah ditetapkan pemerintah. Adanya fakta bahwa saluran yang menjadi pembuangan limbah air tidak hanya digunakan untuk membuang limbah air bekas pencucian kain. Untuk menjelaskan aliran air baik bersih dan kotor yang ada pada CV. Berkah Lestari Jaya, dijelaskan pada Gambar 8:



Gambar 8 Alur Air Bersih dan Air Kotor

Air limbah yang dibuang melalui instalasi pengolahan air limbah (IPAL) tidak menjadi masalah karena dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum benar-benar dibuang ke lingkungan, sedangkan air limbah yang dibuang langsung ke sungai merupakan penyebab terjadinya fenomena ini terjadi. Air limbah yang dibuang langsung ke sungai tidak hanya air limbah yang datang dari tempat bilas (bekas pencucian kain), tetapi air limbah bekas perebusan kain juga dibuang langsung ke sungai. Berikut merupakan daftar proses produksi yang menghasilkan air limbah:

Proses Produksi	**Jumlah Air Limbah (/L)**
Pewarnaan	41
Pembilasan 1	9
Peloroddan	22

Pembilasan 2	11

Kelompok batik ini menggunakan bahan dasar pewarna naptol, garam, soda api, dan indigosol. Tidak ditemukan adanya bahan pewarna atau bahan dasar pendamping pewarna yang bersifat ramah lingkungan. Selain IPAL dari kolam pewarnaan, tidak ada temuan terkait pendekatan atau teknologi yang digunakan untuk mengurangi dampak negatif air limbah yang dikeluarkan.

4.2.2.4 Kepner Tregoe *Problem Analysis*

Dilakukan pencarian akar masalah menggunakan tabel untuk menguraikan masalah serta mengambil kesimpulan dari permasalahan yang menjadi penyebab terjadinya fenomena tersebut yang dijelaskan pada Tabel 14:

Tabel 14 KT *Problem Analysis*

	Is	*Is not*	*Distinction*
What	Adanya limbah air yang dibuang ke lingkungan dan tidak dikelola	Limbah air yang dibuang melalui IPAL	• Tidak ada pengolahan limbah air pada air kotor yang mengalir dari panci rebusan dan tempat bilas • Tidak ada pendekatan lingkungan yang dilakukan untuk memanfaatkan atau mengolah limbah air lebih lanjut • Hanya limbah air pewarnaan saja yang dibuang melalui IPAL
Where	CV. Berkah Lestari Jaya	sentra batik lain	Terdapat perbedaan perlakuan dalam memproses limbah air yang dihasilkan dari proses produksi agar tidak mencemari lingkungan
When	Ketika proses produksi dilakukan	Ketika proses produksi tidak dilakukan	Ketika proses produksi tidak dilakukan, tidak ada sumber daya air yang digunakan

	Is	*Is not*	*Distinction*
Extent	Saluran buangan yang dilewati oleh limbah air	Saluran buangan yang tidak dilewati oleh limbah air	Saluran buangan limbah air memiliki kontur yang lebih rendah dibanding saluran buangan dari rumah penduduk sekitar

Setelah melakukan perincian menggunakan tabel KT didapat bahwa masalah utama yang terjadi pada CV.Berkah Lestari Jaya adalah tidak adanya pendekatan atau teknologi berbasis lingkungan yang diterapkan untuk memanfaatkan atau mengolah limbah air secara berkelanjutan. Limbah air dari kegiatan perebusan dan pembilasan langsung dibuang ke lingkungan sekitar tanpa adanya proses pengolahan limbah seperti pada limbah air dari proses pewarnaan yang dibuang melalui IPAL terlebih dahulu. Hal ini tidak menjadi masalah pada sentra batik lain, dikarenakan adanya perbedaan perlakukan yang dilakukan untuk memproses air limbah hasil proses produksi. Saluran buangan yang berasal dari rumah penduduk sekitar tidak terdampak dikarenakan adanya perbedaan kontur tanah pada saluran buangan, saluran buangan air limbah dari tempat produksi memiliki posisi yang lebih rendah dibandingkan dengan saluran buangan air limbah rumah tangga dari penduduk sekitar, sehingga saluran buangan dari tempat produksi langsung mengalir ke sungai.

4.2.2.5 SCAMPER

Dilakukan proses *brainstorming* untuk memunculkan ide solusi menggunakan bantuan *tools* SCAMPER (*Subtitute, Combine, Adapt, Modify, Put To Another Use, Eliminate, and Reverse*) yang di kombinasikan dengan beberapa konsep ekonomi sirkular 5R (*Reduce, Reuse, Recycle, Recovery, and Repair*) yang dapat dilihat pada Tabel 15:

Tabel 15 *Brainstorming* SCAMPER

SCAMPER	5R	Ide
Subtitute	*Reduce*	Mengganti bahan kimia yang digunakan untuk melakukan proses produksi ke bahan yang lebih ramah lingkungan
Combine	*Recycle*	Menyatukan saluran limbah air dari tempat bilas kain dan perebusan kain dengan saluran limbah air yang mengarah ke IPAL
Adapt	*Repair*	Melakukan pengaturan ulang tata letak tempat produksi agar dapat merancang fasilitas pengolahan limbah yang ramah lingkungan
Modify	*Repair*	Melakukan penyaringan menggunakan metode elektrokoagulasi
Put to another use	*Reuse*	Menggunakan limbah air yang telah dilakukan penyaringan menggunakan biofilter untuk menyirami tanaman non konsumsi di sekitar tempat produksi
Eliminate	*Reduce*	Saluran buangan yang mengarah ke sungai dihilangkan, digantikan dengan saluran yang mengarah ke arah IPAL ekonomis. Ipal ekonomis ini, terdiri dari kolam pengendapan, kolam filtrasi, dan lahan landfill
Reverse	*Recover*	Melakukan pengaturan ulang terkait sistem buka tutup keran air untuk membatasi

SCAMPER	5R	Ide
		penggunaan sumber daya air. Air yang masih layak pakai, disimpan untuk kemudian digunakan pada proses lain yang membutuhkan penggunaan air

4.2.3 *Check*

4.2.3.1 KT *Decission Analysis*

Setelah mendapatkan rancangan usulan solusi alternatif melalui tabel SCAMPER, selanjutnya dilakukan pemilihan solusi alternatif menggunakan tabel KT *Decission Analysis* untuk mendapatkan solusi alternatif yang terbaik untuk mengatasi permasalahan yang telah di identifikasi.

Tabel 16 KT *Decission Analysis*

Solusi Alternatif / ***Must***		***Subtitute***		***Combine***		***Adapt***		***Modify***		***Put to Another Use***		***Eliminate***		***Reverse***	
Tidak boleh mengubah tata letak fasilitas produksi		*Go*		*Go*		*No Go*		*Go*		*Go*		*Go*		*Go*	
Tidak boleh mengubah sistem dan alur produksi		*Go*		*Go*		*Go*		*Go*		*Go*		*Go*		*Go*	
Tidak boleh mengurangi atau mengganti bahan baku dan alat		*No Go*		*Go*		*Go*		*Go*		*Go*		*Go*		*No Go*	
Wants:	**Bobot**	**Nilai**	**Skor**	**Nilai**	**Skor**	**Nilai**	**Skor**	**Nilai**	**Skor**	**Nilai**	**Skor**	**Nilai**	**Skor**	**Nilai**	**Skor**
Berkelanjutan	8		-	5	40		-	7	56	8	64	8	64		-
Perawatannya mudah	8		-	8	64		-	3	24	6	48	7	56		-
Mudah digunakan	9		-	8	72		-	8	72	8	72	8	72		-
Ramah lingkungan	7		-	9	63		-	8	56	9	63	8	56		-
Total Skor		**-**		239		**-**		208		247		248		**-**	

Berdasarkan Tabel 16 terdapat tiga solusi alternatif yang tidak lolos untuk memenuhi sasaran kewajiban (*must*), yaitu solusi alternatif dari *subtitute*, *adapt*, dan *reversse*. Oleh karena itu, ketiga solusi alternatif itu tidak dapat melanjutkan proses berikutnya yaitu perhitungan skor pada sasaran keinginan (*wants*). Pada sasaran keinginan (*wants*) dilakukan perhitungan dengan rumus $\text{Bobot} \times \text{Nilai} = \text{Skor}$. Setelah didapat skor, selanjutnya dilakukan perhitungan total keseluruhan jumlah skor. Didapat total skor pada solusi alternatif *combine* dengan total skor 239, *modify* dengan total skor 208, *put to another use* dengan total skor 247, dan *eliminate* dengan total skor 248. Berdasarkan hasil total skor ini, maka solusi alternatif yang terpilih yaitu *eliminate.*

4.2.3.2 KT *Potential Problem Analysis*

Dilakukan brainstorming ulang terkait permasalahan potensial apa yang dapat terjadi pada solusi alternatif terpilih yaitu *eliminate* menggunakan bantuan tabel KT *Potential Problem Analysis*.

Tabel 17 KT *Potential Problem Analysis*

Potensi Masalah	Kemungkinan Penyebab	Tindakan Pencegahan	Tindakan Kontingen
Saluran IPAL yang menghubungkan antar kolam tersendat	Kurangnya pembersihan pada bagian kolam serta saluran yang menghubungkan antar kolam pengolahan air limbah	Menjaga agar saluran IPAL tetap bersih	Melakukan penjadwalan pembersihan rutin pada tiap kolam IPAL ekonomis
Air hasil pengolahan tetap kotor	Kurangnya pemantauan pada bahan yang digunakan untuk filtrasi	Perlu memastikan bahwa bahan yang digunakan filtrasi masih dalam kondisi baik untuk digunakan	Melakukan penjadwalan pemantauan pada tiap kolam IPAL ekonomis

4.2.4 *Act*

4.2.4.1 Rekomendasi usulan

Rekomendasi usulan yang terpilih berasal dari solusi alternatif *eliminate*, berdasarkan hasil KT *Decission Analysis* pada Tabel 16. Usulan ini berupa penghilangan saluran pembuangan yang sebelumnya mengarah langsung ke sungai, diganti dengan saluran menuju IPAL ekonomis untuk proses penyaringan dan pembuangan limbah air.

BAB V
PEMBAHASAN

5.1 Analisis *Process Activity Mapping* (PAM)

PAM yang dapat dilihat pada Tabel 8 dijelaskan secara rinci apa saja aktivitas yang dilakukan pada setiap alur proses produksi. PAM pada penelitian ini digunakan hanya sebagai input untuk bagan EVSM. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang dilakukan pada kelompok batik, diperoleh pemetaan aktivitas produksi batik tulis seperti pada Tabel 8. Proses produksi secara umum terdiri dari lima tahapan, yaitu pewarnaan, pembilasan pertama, peloroddan, pembilasan kedua, dan penjemuran. Berikut merupakan perincian proses produksi yang menghasilkan air limbah:

Tabel 18 Analisis PAM

Proses produksi	**Aktivitas Produksi**	**Air Limbah (/liter)**
Pewarnaan	Membersihkan wadah untuk pewarnaan	5
	Meniriskan kain yang telah diwarnai pada kayu sampiran	1
	Buang cairan pewarna yang memenuhi ember ke tempat pembuangan limbah	30
	Siram wadah dengan air bersih untuk membersihkan dari pewarna	5
Pembilasan 1	Membilas kain batik dengan air bersih	7

Proses produksi	Aktivitas Produksi	Air Limbah (/liter)
	Peras lembut kain batik hingga air pada kain menyusut	1
	Tiriskan pada kayu sampiran	1
peloroddan	Bilas kain menggunakan air bersih	2
	Membuang air bekas perebusan	20
Pembilasan 2	Bilas kain menggunakan air bersih	10
	Peras lembut kain batik hingga air pada kain menyusut	1

Bila pembuangan air limbah pada setiap proses dan aktivitas produksi di urutkan menggunakan sistem peringkat dari yang terbesar hingga terkecil, maka dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 19 Urutan Air Limbah

Peringkat	Proses produksi	Aktivitas produksi	Air Limbah
1	Pewarnaan	Buang cairan pewarna yang memenuhi ember ke tempat pembuangan limbah	30
2	Peloroddan	Membuang air bekas perebusan	20

Peringkat	Proses produksi	Aktivitas produksi	Air Limbah
3	Pembilasan 2	Bilas kain menggunakan air bersih	10
4	Pembilasan 1	Membilas kain batik dengan air bersih	7
5	Pewarnaan	Membersihkan wadah untuk pewarnaan	5
6	Pewarnaan	Siram wadah dengan air bersih untuk membersihkan dari pewarna	5
7	Peloroddan	Bilas kain menggunakan air bersih	2
8	Pewarnaan	Meniriskan kain yang telah diwarnai pada kayu sampiran	1
		Peras lembut kain batik hingga air pada kain menyusut	1
		Tiriskan pada kayu sampiran	1
		Peras lembut kain batik hingga air pada kain menyusut	1

Proses pewarnaan kain batik pada aktivitas “buang cairan pewarna yang memenuhi ember ke tempat pembuangan limbah” memiliki jumlah air limbah terbanyak, hal ini disebabkan oleh banyaknya kain dan variasi warna yang dipakai oleh kelompok batik ini. Hal serupa dialami oleh proses peloroddan pada aktivitas “membuang air bekas perebusan” dilakukan menggunakan panci untuk melunturkan malam yang menempel pada kain. Penyebab dari tingginya air limbah dikarenakan pada proses pelarutan malam, diperlukan jumlah air yang banyak untuk melunturkan malam. Jumlah air limbah pada proses pembilasan 2 aktivitas “bilas kain menggunakan air bersih” juga terbilang banyak, hal ini terjadi karena kain yang sudah melalui proses peloroddan harus dipastikan bersih dari malam. Selain pada tiga aktivitas kerja tersebut, pengeluaran air limbah tidak terlalu signifikan.

5.2 Analisis *Environmental Value Stream Mapping* (EVSM)

Pada EVSM terdiri dari satu bagan, hal ini disebabkan bagan EVSM hanya difungsikan untuk mengetahui seberapa banyak air limbah yang dihasilkan pada tiap proses serta bagaimana alur produksi kain batik. Dapat dilihat pada Gambar 7, proses dimulai dengan supplier yang dimana supplier ini merupakan para pemasok bahan baku untuk melakukan proses pewarnaan dan para klien yang mengantarkan kain batik yang belum diberi pewarna masuk kedalam tempat penyimpanan (*inventory* (I)). Selanjutnya dilakukan proses pewarnaan, proses ini menghasilkan limbah air sebanyak 41 liter. Dilakukan proses pembilasan pertama, proses ini menghasilkan limbah air sebanyak 9 liter. Dilanjut dengan proses peloroddan kain, proses ini menghasilkan limbah air sebanyak 22 liter. Setelah itu, dilakukan proses pembilasan kedua, proses ini menghasilkan limbah air sebanyak 11 liter. Proses terakhir yaitu penjemuran, pada proses ini tidak ada limbah air yang dihasilkan.

Pada tahap pewarnaan, limbah air yang dihasilkan mencapai 41 liter dalam sekali proses. Proses ini membutuhkan penggunaan air dalam jumlah besar karena setiap kain tidak selalu diberi warna yang sama. Hal ini disebabkan oleh banyaknya variasi pesanan dari berbagai klien yang masing masing memiliki permintaan warna yang berbeda. Kondisi tersebut menyebabkan frekuensi pencampuran warna yang meningkat, sehingga volume limbah air yang dihasilkan dari proses pewarnaan menjadi tinggi. Jumlah ini jauh lebih besar dibandingkan tahap lainnya yang menghasilkan limbah air paling sedikitnya 7 liter dan paling banyak 10 liter. Proses pembilasan dan peloroddan juga turut memberi kontribusi terhadap jumlah limbah air, meskipun dalam jumlah yang lebih sedikit. Sebagian besar tahapan melibatkan penggunaan air

dalam jumlah cukup signifikan, terutama yang berkaitan langsung dengan proses pewarnaan dan pelarutan malam.

5.3 Analisis Kepner Tregoe *Situation Appraisal*

Dilakukan perincian situasi dengan menjawab pertanyaan "Apa yang terjadi?" sebagai pertanyaan untuk mengenali kondisi terkini dari kelompok batik ini. Yang terjadi pada kelompok batik ini yaitu, adanya temuan fenomena limbah air pada bekas pencucian kain batik dibuang melalui saluran yang mengarah langsung ke sungai. Setelah dilakukan uji laboratorium dan di bandingkan dengan standar baku mutu yang ditetapkan pemerintah, hasilnya air limbah tersebut tidak memenuhi standar baku mutu yang berarti limbah ini terbukti mencemari lingkungan. Ada pula air limbah yang dibuang melalui IPAL yaitu air limbah sisa pewarnaan, hal ini tidak menjadi masalah karena air limbah ini diolah sehingga tidak menyebabkan pencemaran lingkungan. Mengenai bahan baku, tidak ada bahan baku yang digunakan pada kelompok batik ini bersifat ramah lingkungan, bahan baku yang digunakan yaitu pewarna naptol, garam, soda api, dan indigosol.

5.4 Analisis Kepner Tregoe *Problem Analysis*

Setelah melakukan perincian menggunakan tabel KT didapat masalah utama yang terjadi pada CV.Berkah Lestari Jaya adalah tidak adanya pendekatan atau teknologi berbasis lingkungan yang diterapkan untuk memanfaatkan atau mengolah limbah air secara berkelanjutan. Limbah air dari kegiatan perebusan dan pembilasan langsung dibuang ke lingkungan sekitar tanpa adanya proses pengolahan limbah seperti pada limbah air dari proses pewarnaan yang dibuang melalui IPAL terlebih dahulu seperti yang dapat dilihat pada Gambar 8. Saluran buangan yang berasal dari rumah penduduk sekitar tidak terdampak dikarenakan adanya perbedaan kontur tanah pada saluran buangan, saluran buangan air limbah dari tempat produksi memiliki posisi yang lebih rendah dibandingkan dengan saluran buangan air limbah rumah tangga dari penduduk sekitar, sehingga saluran buangan dari tempat produksi langsung mengalir ke sungai.

5.5 Analisis SCAMPER dan Konsep Ekonomi Sirkular 5R

Subtitute berhubungan dengan konsep ekonomi sirkular 5R yaitu *reduce*. Hasil ide pada bagian ini yaitu mengganti bahan kimia yang digunakan untuk melakukan proses produksi batik ke bahan yang lebih ramah lingkungan. Mengurangi atau meminimalkan penggunaan bahan baku, air, dan energi serta menghindari pemakaian bahan baku beracun dan berbahaya (Ragil et al., 2023). Bahan berbasis kimia ini dapat diganti dengan bahan yang lebih ramah lingkungaan agar lebih mudah di urai seperti, deterjen ramah lingkungan dan pewarna alam.

Combine berhubungan dengan konsep ekonomi sirkular 5R yaitu *recycle*. Hasil ide pada bagian ini yaitu melakukan penyatuan saluran limbah air dari tempat bilas kain dan perebusan kain dengan saluran limbah air yang mengarah langsung ke IPAL. Hal ini dilakukan dengan melakukan *re-design* terkait alur pembuangan limbah air, lalu melakukan *re-design* IPAL agar dapat memfiltrasi air limbah yang datangnya berasal dari tempat pencucian kain dan perebusan kain. Baru setelah dilakukan filtrasi pada IPAL, limbah air tersebut dapat di lepas ke sungai.

Adapt berhubungan dengan konsep ekonomi sirkular 5R yaitu *repair*. Hasil ide pada bagian ini yaitu melakukan pengaturan ulang tata letak tempat produksi agar dapat merancang fasilitas pengolahan limbah yang ramah lingkungan. Perancangan tata letak fasilitas dilakukan dari awal dengan membuat daftar apa saja fasilitas yang dibutuhkan disesuaikan dengan kebutuhan proses produksi, menentukan tata letak fasilitas produksi sesuai dengan alur produksi, dan melakukan desain pengelolah segala limbah air yang keluar dari proses produksi dengan tempat yang tersedia.

Modify berhubungan dengan konsep ekonomi sirkular 5R yaitu *repair*. Hasil ide pada bagian ini yaitu melakukan penyaringan limbah air menggunakan metode elektrokoagulasi. Pengolahan limbah air ini terdiri dari empat bagian utama yaitu kolam penyaring, kolam *filter*, reaktor koagulasi, dan kolam penyaring kedua (Nurhidayah et al., 2022). Kolam penyaring berfungsi untuk menyaring sisa sisa zat seperti malam, dilanjutkan dengan kolam filter. Pada kolam filter dilakukan filtrasi menggunakan pasir, serbuk gergaji, arang sekam, dan batu kecil kerikil untuk menjadi absorben (bahan penyerap). Barulah setelah itu masuk ke dalam reaktor koagulasi dengan cara kerja aluminium sebagai anoda dan besi sebagai katoda lalu dialirkan arus AC (*alternate current*(arus bolak balik)), hal ini menyebabkan kation bergerak menuju katoda dan anion menuju anoda yang dampaknya terbentuklah floulen yang mengikat kontaminen limbah sehingga terjadi reaksi reduksi oksidasi dan menyebabkan senyawa logam dioksidasi di anoda dan polutan akan menempel pada dinding elektroda.

Put to another use berhubungan dengan konsep ekonomi sirkular 5R yaitu *reuse*. Hasil ide pada bagian ini yaitu menggunakan limbah air yang telah dilakukan menggunakan *biofilter*, digunakan untuk melakukan penyaringan pada tanaman *non* konsumsi. Limbah air yang tidak melalui IPAL, dialirkan ke dalam penampungan *biofilter* untuk dilakukan pengolahan. *Biofilter* yang digunakan terdiri dari dua media *filter*, yaitu batu kerikil dan batu koral sebagai media untuk menumbuhkan mikroorganisme. Air yang telah masuk *biofilter* akan di tampung selama

14 hari, barulah setelah itu air digunakan untuk menyirami tumbuhan *non* konsumsi seperti pohon jati, pohon ulin, dan sejenisnya.

Eliminate berhubungan dengan konsep ekonomi sirkular 5R yaitu *reduce*. Hasil ide pada bagian ini yaitu menghilangkan saluran buangan yang mengarah ke sungai dan digantikan dengan saluran yang mengarah ke IPAL ekonomis untuk dilakukan penyaringan dan pelepasan limbah air. IPAL ekonomis ini terdiri dari tiga bagian yaitu kolam pengendapan, kolam filtrasi, dan lahan *landfill fitoremediasi* (Rahayu et al., 2021). Kolam pengendapan digunakan untuk mengendapkan partikel kasar dengan bantuan gaya gravitasi. Kolam filtrasi digunakan untuk menyaring partikel berukuran kecil yang masih lolos dari kolam pengendapan, kolam filtrasi ini terdiri dari batu kerikil atau split pada bagian paling atas, lalu serabut kelapa pada bagian tengah, dan ijuk pada bagian paling bawah. Lahan *landfill* digunakan untuk mengikat dan menguraikan zat polutan dengan menggunakan tanaman ubi kayu atau singkong sebagai *landfill fitoremidiasi*, besaran lahan yang diperlukan yaitu sebesar area tanah yang tercemar.

Reverse berhubungan dengan konsep ekonomi sirkular 5R yaitu *recover*. Hasil ide pada bagian ini yaitu melakukan pengaturan ulang terkait sistem buka tutup keran air untuk membatasi penggunaan sumber daya air, lalu air yang sudah digunakan tetapi masih layak pakai dilakukan proses penyimpanan untuk nantinya digunakan kembali pada proses yang membutuhkan air. Pengaturan ulang ini dilakukan dengan mencatat kebutuhan air bersih yang digunakan pada tiap-tiap aktivitas produksi, air yang masih layak untuk dipakai kembali maka disimpan pada tempat penyimpanan air untuk menghemat sumber daya air. Dengan melakukan penghematan sumber daya air, maka limbah air akan dapat dikurangi.

5.6 Analisis Kepner Tregoe *Decission Analysis*

Langkah Kepner Tregoe *Problem Analysis* dilakukan dengan bantuan Tabel 16. Dilakukan input terkait solusi alternatif yang akan di lakukan problem analysis, input ini di ambil dari tabel SCAMPER (*Subtitute*, *Combine*, *Adapt*, *Modify*, *Put to snother use*, *eliminate*, dan *Reverse*) yang di kombinasikan dengan konsep ekonomi sirkular 5R (*Reduce*, *Reuse*, *Recycle*, *Recover*, dan *Repair*). Pada tabel dilakukan input sasaran keharusan (*Must*) sebagai sasaran yang wajib di penuhi oleh semua solusi alternatif yang di usulkan. Sasaran keharusan (*Must*) yang digunakan yaitu tidak boleh mengubah tata letak tempat produksi, tidak boleh mengubah sistem dan alur produksi, dan tidak boleh mengurangi atau mengganti bahan baku dan alat.

Pada solusi alternatif subtitute terdapat dua sasaran yang dapat dipenuhi (*Go*) dan satu sasaran yang tidak dapat dipenuhi (*No Go*), sasaran yang tidak dapat dipenuhi yaitu tidak boleh mengurangi atau mengganti bahan baku dan alat. Dengan alasan tersebut, solusi alternatif s*ubtitute* tidak dapat lanjut ke tahap berikutnya. Pada solusi alternatif *combine* semua sasaran dapat dipenuhi (*Go*) sehingga solusi alternatif ini dapat maju ke tahap selanjutnya. Pada solusi alternatif *adapt*, terdapat dua sasaran yang dapat dipenuhi (*Go*) dan satu sasaran yang tidak dapat dipenuhi (*No Go*), sasaran yang tidak dapat dipenuhi yaitu tidak boleh mengubah tata letak tempat produksi. Dengan alasan tersebut, solusi alternatif *adapt* tidak dapat lanjut ke tahap berikutnya. Pada solusi alternatif *modify* semua sasaran dapat dipenuhi (*Go*), sehingga solusi alternatif ini dapat lanjut ke tahap berikutnya. Pada solusi alternatif *put to another use* semua sasaran dapat dipenuhi (*Go*), sehingga solusi alternatif ini dapat lanjut ke tahap berikutnya. Pada solusi alternatif *eliminate* semua sasaran dapat dipenuhi (*Go*), sehingga solusi alternatif ini dapat lanjut ke tahap berikutnya. Pada solusi alternatif *reverse* terdapat dua sasaran yang dapat dipenuhi (*Go*) dan satu sasaran yang tidak dapat dipenuhi (*No Go*), sasaran yang tidak dapat dipenuhi yaitu tidak boleh mengurangi atau mengganti bahan baku dan alat. Dengan alasan tersebut, solusi alternatif *reverse* tidak dapat lanjut ke tahap berikutnya.

Tabel 20 Hasil Sasaran Keharusan

Solusi Alternatif	**Memenuhi Sasaran Keharusan (Must)?**
Subtitute	*No Go*
Combine	*Go*
Adapt	*No Go*
Modify	*Go*
Put to another use	*Go*
Eliminate	*Go*
Reverse	*No Go*

Setelah dilakukan analisis terkait sasaran keharusan (*Must*), dilanjutkan dengan sasaran keinginan (*Wants*). Terdapat empat sasaran keinginan (*Wants*) yang digunakan pada penelitian ini. Terdiri dari berkelanjutan dengan bobot 8, perawatannya mudah dengan bobot 8, ramah

lingkungan dengan bobot 9, dan penggunaannya mudah dengan bobot 7. Pada sasaran keinginan (*Wants*) dilakukan perhitungan dengan rumus $\text{Bobot} \times \text{Nilai} = \text{Skor}$. *Combine* mendapatkan total skor 239, modify mendapatkan total skor 208, *put to another use* mendapatkan total skor 247, dan *eliminate* mendapatkan total skor 248. Berdasarkan hasil ini, didapat hasil tertinggi pada solusi alternatif *eliminate*. Maka solusi alternatif *eliminate* dijadikan sebagai rekomendasi usulan yang terpilih.

Tabel 21 Ranking Sasaran Keinginan (Wants)

Ranking	**Solusi Alternatif**	**Total Skor**
1	*Combine*	239
2	*Modify*	208
3	*Put to another use*	247
4	*Eliminate*	248

5.7 Analisis *Potential Problem Analysis*

Pada Tabel 17 dapat diketahui potensi permasalahan, kemungkinan penyebab, beserta pencegahan yang perlu dilakukan jika rekomendasi usulan berdasarkan solusi eliminate dilakukan. Terdapat potensi masalah yang mungkin muncul yaitu saluran IPAL yang menghubung kan antar kolam tersendat diakibatkan kurangnya pembersihan pada bagian kolam serta saluran yang menghubungkan antar kolam pengolahan air limbah, tindakan pencegahan untuk potensi masalah ini yaitu menjaga agar saluran IPAL tetap bersih dengan melakukan penjadwalan pembersihan rutin pada tiap kolam IPAL ekonomis. Potensi masalah berikutnya yang mungkin terjadi yaitu air hasil pengolahan tetap kotor yang diakibatkan karena kurangnya pemantauan pada bahan yang digunakan untuk filtrasi, tindakan pencegahan potensi masalah ini yaitu perlu memastikan bahwa bahan yang digunakan filtrasi masih dalam kondisi baik untuk digunakan dengan melakukan penjadwalan pemantauan pada tiap kolam IPAL ekonomis.

BAB VI
PENUTUP

5.8 Kesimpulan

Setelah dilakukan rangkaian penelitian mulai dari pengumpulan, pengolahan , dan analisis data, maka dihasilkan kesimpulan bahwa:

1. Hampir seluruh proses produksi pada CV. Berkah Lestari Jaya menghasilkan air limbah yang jumlahnya banyak, kecuali pada proses penjemuran. Proses pewarnaan menghasilkan air limbah sebanyak 41 liter, proses pembilasan 1 sebanyak 9 liter, proses peloroddan sebanyak 22 liter, dan proses pembilasan 2 sebanyak 11 liter. Angka ini bukanlah angka baku yang dapat dipukul rata pada setiap proses produksi, jumlah air limbah yang dihasilkan bergantung pada jumlah kain yang diproduksi.
2. Tidak menerapkan pengolahan air limbah yang memanfaatkan pendakatan *green manufacturing* atau teknologi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan untuk membuat limbah air menjadi aman untuk dibuang ke lingkungan, hal ini menjadi faktor utama limbah air ini tidak lolos dengan standar baku mutu pemerintah.
3. Usulan perbaikan yang dapat diterapkan untuk mengurangi dampak negatif limbah air adalah dengan menutup saluran pembuangan yang langsung mengarah ke sungai, lalu menggantinya dengan saluran yang terhubung ke sistem IPAL ekonomis. Limbah air akan disaring dan diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Sistem IPAL ekonomis ini dirancang sederhana, terdeiri dari tiga bagian utama, yaitu kolam pengendapan, kolam filtrasi, dan lahan *landfill*.

5.9 Saran

Berikut saran sebagai bahan pertimbangan berdasarkan hasil penelitian ini:

1. Kepada CV. Berkah Lestari Jaya

   Sebelum menerapkan rekomendasi usulan, perlu dilakukan perencanaan terkait anggaran dana, tata letak, dan menyediakan lahan kosong sebagai lahan fitoremediasi.

2. Kepada para peneliti selanjutnya yang mengangkat topik serupa

   Melakukan penelitian mencakup limbah energi, material, sampah, transportasi, dan emisi.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Faritsy, A. Z., & Falah, A. L. N. (2024). *Implementasi PDCA Untuk Meningkatkan Kualitas Produk Roti Implementation Of PDCA To Improve The Quality Of Bread Products*. https://doi.org/10.32502/js.v9i1

Amaral, V. P., Ferreira, A. C., & Ramos, B. (2022). Internal Logistics Process Improvement using PDCA: A Case Study in the Automotive Sector. *Business Systems Research*, *13*(3), 100–115. https://doi.org/10.2478/bsrj-2022-0027

Batwara, A., Sharma, V., Makkar, M., & Giallanza, A. (2023). Towards smart sustainable development through value stream mapping – a systematic literature review. In *Heliyon* (Vol. 9, Issue 5). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15852

Charles H. Kepner, & Benjamin B. Tregoe. (1982). *Manajer Yang Rasional* (G. M. Hutauruk, Ed.; D. S. Wahid, Trans.; 2nd ed.). Erlangga.

Dimyati, A. F., & Singgih, M. L. (2019). Environmental Impact Evaluation Using Green Value Stream Mapping (Green-VSM) and Life Cycle Assesment (LCA). *Jurnal Teknik ITS*.

Djatna, T., & Prasetyo, D. (2019). *Integration of Sustainable Value Stream Mapping (Sus. VSM) and Life-Cycle Assessment (LCA) to Improve Sustainability Performance*. *9*(4).

Eprianti, N., Himayasari, D., Mujahid, I., & Srisusilawati, P. (n.d.). *Volume 6 Nomor 2 Edisi Agustus 2021 Analisis Implementasi 3r Pada Pengelolaan Sampah*.

Evila Purwanti Sri Rahayu, T., Dwityaningsih, R., Handayani, M., Witriansyah, K., Pramita, A., Studi Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan, P., Negeri Cilacap, P., & Studi Pengembangan Produk Agroindustri, P. (2021). Inovasi Pengolahan Limbah Cair Batik dengan IPAL Ekonomis di Desa Maos Kidul Cilacap. *Indonesian Journal Of Civil Society*, *3*(2), 28–34. https://doi.org/10.35970/madani.v1i1.571

Fitriani. (2018). *Siklus PDCA Dan Filosofi Kaizen*. *7*(P-ISSN:2407-8107).

Garza-Reyes, J. A., Torres Romero, J., Govindan, K., Cherrafi, A., & Ramanathan, U. (2018). A PDCA-based approach to Environmental Value Stream Mapping (E-VSM). *Journal of Cleaner Production*, *180*, 335–348. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.121

Helmi, A., Wibowo, A., Urip Pambudi Sujarnoko, T., Studi Analisis Kimia, P., & Vokasi, S. (2023). *Mendorong Model Pertumbuhan Ekonomi Sirkular melalui Penerapan Pertanian-Peternakan Regeneratif di Desa Sendangsari dalam Upaya Pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB)* (Vol. 5, Issue 3).

Hidayat, T., & Hermawan, P. (2022). Accident Prevention Program Prioritization Using Kepner Tregoe Model: Case Study of PT Pertamina EP Regional 2 Zone 7. *European Journal of Business and Management Research*, *7*(4), 40–45. https://doi.org/10.24018/ejbmr.2022.7.4.1487

Hidayatno, A. (2016). *Penerapan Environmental Value Stream Mapping sebagai Basis Rancangan Usulan Pengurangan Dampak Negatif Lingkungan pada Industri Kemasan*. https://www.researchgate.net/publication/303995552

Hidayatullah, R. S., & Purwanto, I. (2024). Implementasi Ekonomi Sirkular pada Kegiatan Ekonomi Berbasis Kearifan Lokal Pikukuh Masyarakat Baduy. *Al Qalam: Jurnal Ilmiah Keagamaan Dan Kemasyarakatan*, *18*(3), 1736. https://doi.org/10.35931/aq.v18i3.3484

Indrayani, L. (2021). *Konsep Circular Economy Untuk Mewujudkan Industri Batik Yang Berkelanjutan The Concept Of Circular Economy To Realize A Sustainable Batik Industry*.

Isniah, S., Hardi Purba, H., & Debora, F. (2020). Plan do check action (PDCA) method: literature review and research issues. *Jurnal Sistem Dan Manajemen Industri*, *4*(1), 72–81. https://doi.org/10.30656/jsmi.v4i1.2186

Jannah, T. (2023). *Ekonomi Sirkular* (Muhammad Ilyas, Ed.; 2nd ed., pp. 11–12). Literasi Nusantara.

Krisnasari, D. D., & Vanany, I. (2023). Application for waste hotspots investigation in the frozen shrimp upstream supply chain using environmental value stream mapping (E-VSM). *E3S Web of Conferences*, *448*. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344803044

Kurnia, G., Johanes, H., Hidayat, D., Rozha, A., Zahvira, M., & Sukarno, I. (2020). Improving Airport On-Time Performance Using Kepner-Tregoe Problem-Solving Approaches. In *Jurnal Teknologia Aliansi Perguruan Tinggi (APERTI) BUMN* (Vol. 3, Issue 1).

Kurniawan, A. C., & Gusnadi, E. (2023). Analysis Of Dimsum Product Quality Control At PT. XYZ. *INFOTECH Journal*, *9*(2), 477–490. https://doi.org/10.31949/infotech.v9i2.6425

Malihah, L., Karimah, H., Anwar, M. K., Sa'da Hayati, S. N., Murliana, M., Islam, I. A., & Martapura, D. (2023). Pemanfaatan Sampah Rumah Tangga Melalui Konsep Ekonomi Sirkular Di Desa Tambak Baru Ilir Martapura. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, *4*(1). https://ejurnal.stimi-bjm.ac.id/index.php/BBJM/

Maulana, Y. (2019). Identifikasi Waste Dengan Menggunakan Metode Value Stream Mapping Pada Industri Perumahan. *Jieom*, *02*(ISSN: 2620-8184).

Meita, D., Murti, R., & Putro, U. S. (2021). *Public Procurements Performance Measurement in Indonesian FDA According to Head of National Public Procurement Agency's Circular Letter Number 2 of Year 2021 Concerning Procurement Governance Index*. https://doi.org/10.33258/birci.v4i4.3361

Nurhidayah, L., Handayani, Y., Fendriani, R., Kunci, K., Limbah, E. ;, & Limbah Cair, B. ; (2022). Pengembangan Instalasi Pengolah Limbah (Ipal) Digital Portabel Untuk Limbah Cair Batik Berbasis Iot (Internet Of Things). *Juni*, *7*, 30–34.

Prestianto, B., & Kusdiartini, V. (2022). *Perancangan Green Manufacturing Pada Konveksi Arita Industry Semarang, Oox Guitarmaker Ambarawa, Idea Mebel Semarang, PT. Soegiarto Gemilang Tangguh Tegal*.

Ragil, A. W., Saifudin, A. G., Gunawan, A., & Misidawati, D. N. (2023). *Analisis Strategi Pengelolaan Air Limbah Industri Batik Yang Berkelanjutan Di Kota Pekalongan*.

Sari, R. R., & Mubaligh, A. (2019). Scamper Sebagai Strategi Menulis Kreatif Bahasa Arab Abad 21. *Journal of Arabic Studies*, *4*(2), 178–187. https://doi.org/10.24865/ajas.v4i2.182

Setiawan, H., & Supriyadi. (2021). *Penerapan Konsep Siklus Plan-Do-Check-Action (Pdca) Untuk Meningkatkan Kinerja Load Lugger*.

Sumasto, F., Maharani, C. P., Purwojatmiko, B. H., Imansuri, F., & Aisyah, S. (2023). PDCA Method Implementation to Reduce the Potential Product Defects in the Automotive Components Industry. *IJIEM - Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management*, *4*(2), 87. https://doi.org/10.22441/ijiem.v4i2.19527

Sunmola, F., Mbafotu, O. R., Salihu-Yusuf, M. L., & Sunmola, H. O. (2024). Lean green practices in Automotive Components Manufacturing. *Procedia Computer Science*, *232*, 2001–2008. https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.02.022

Utami, K. D. (2022, March 8). *Sumur Warga di Pekalongan Tercemar Limbah Batik*. Kompas.Id.

Wahyuningsih, D., Mulyanah, A., Riswati, L. I., Setiyono, D., & Ismawati, H. (2014). *Sejarah Batik Jawa Tengah*.

Zadry, H. R., Darwin, R., & Zadry, H. R. (2020). The Success of 5S and PDCA Implementation in Increasing the Productivity of an SME in West Sumatra. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *1003*(1). https://doi.org/10.1088/1757-899X/1003/1/012075

LAMPIRAN

A-Foto Kegiatan









A-Foto Kegiatan (Lanjutan)



B-Air Limbah





C-Saluran Pembuangan Air Limbah

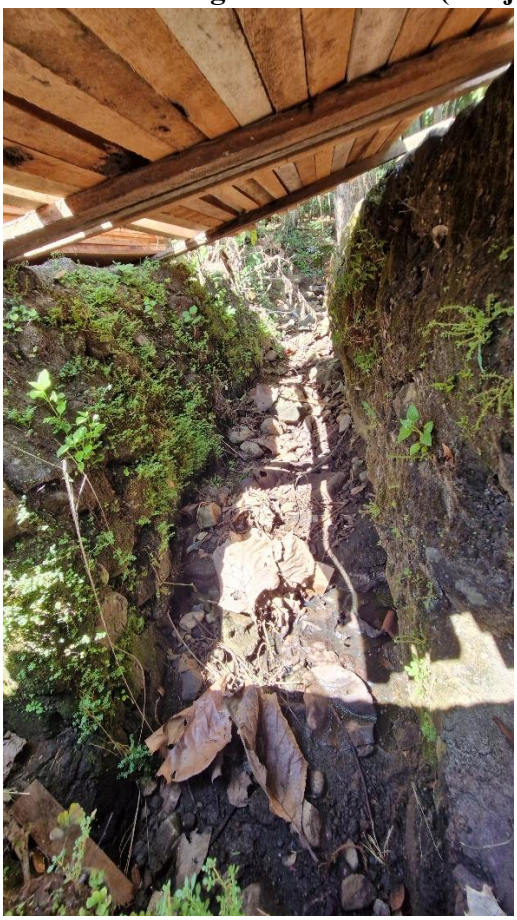








C-Saluran Pembuangan Air Limbah (Lanjutan)



D-Pengumpulan Data



E-Data

No	Proses	Aktivitas	Keluaran Air Limbah (/L)
1	Pewarnaan	Ambilkain dari gudang	
2		Mengisi air bersih ke tempat rendamkain	
3		Nabur [redacted] detergen	
4		kain direndam sampai bener2 basah	
5		Bersihin bak pewarnaan	5
6		Pakai apron + Sarung tangan	
7		nyari dan ambil nitrit	
8		Nimbang nitrit	
9		Nyampur nitrit + indigosol ke air dlmember	
10		Nyumbat lubang pembuangan bak pewarnaan	
11		Ngisi wadah dengan air bersih	
12		Masukkin 3 cup pewarna ke bak pewarnaan	
13		Masukkin kain ke bak pewarnaan	
14		kain diratakan pewarnanya pk tangan	
15		Nirisin kain yang dah di warnain	1
16		Ambil ember, diposisin di bawah bak pewarna	
17		Buang cairan pewarna secara bertahap	30
18		Angkat terus miringin bak buat buang sisa	
19		Cuci bak pewarnaan	5
20	Pembilasan 1	[redacted] Nyiapin bak bilas	
21		Isi pake air bersih	
22		Ambil kain yg dah di tirisin	
23		Ngucek lembut kain batik	
24		Kain dibilas air bersih	7
25		Peras lembut kain batik sampe airnya ilang	1
26		Tirisin	1
27	Lorod	Natain 2 panci	
28		Siapin soda abu	
29		Isi 2 panci.	
30		Ambil kayu bakar	
31		Natain kayu bakar	
32		Nyalain pemantik api	
33		Bikin api kayu bakar	
34		Nunggu airnya mendidih	
35		di 1 panci, campurin abu soda	
36		Ambil kain yang udah dibilas	
37		Masukkan dan rebus kain kedalam panci (panas)	
38		Masukkan kain ke dalam bak isi air (biasa)	
39		Pindahin kain [redacted] ke panci soda abu	
40		Rebus kain + Soda abu	
41		Angkat kain terus pindahin ke tempat bilas	
42		Bilas kain	2
43		Angkat kain	
44		Rebus lagi kainnya	

Dipindai dengan CamScanner

E-Data (Lanjutan)

No	Proses	Aktivitas	Keluaran Air Limbah (/L)
45	Lorod	Buang air sisa rebusan	20
47	Pembilasan 2	Angkat kain ke tempat bilas	
48		Bilas kain	10
49		Peras lembut kain sampe air berkurang	1
50		Masukin kain ke wadah kontainer	
51	Penjemuran	Ambik wadah kontainer	
52		Bawa wadah kontainer ke tempat jemur	
53		Jemur kain dengan ditata terbaka	
54		Jemur kain sampai kering	
55		Angkat kain yang dah kering	
56		lipat kain dan masukin wadah	
57		kontainer	

Dipindai dengan CamScanner

E-Data (Lanjutan)

Must & Wants + Bobot
(KTDA)

Must (Keharusan)	Wants (Keinginan)	Bobot (Wants)
Tidak boleh mengubah tata letak tempat produksi yang sudah ada	Berkelanjutan	8
Tidak boleh mengubah sistem dan alat produksi yang sudah ada	Mudah dirawat	8
Tidak boleh mengurangi atau Mengganti bahan bakar dan alat yang digunakan saat ini	Mudah digunakan	9
	Ramah lingkungan	7

Dipindai dengan CamScanner

E-Data (Lanjutan)

KTDA

Solusi Alternatif / *Must*	Subtitute	Combine	Adapt	Modify	Put to Other Use	Eliminate	Reverse
Tidak boleh mengubah Tata letak Fasilitas produksi	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓
Tidak boleh mengubah sistem dan alur produksi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tidak boleh mengurangi/ mengganti bahan baku & alat	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗
	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✗

Dipindai dengan CamScanner

KTDA

Solusi Alternatif / *Wants*		Subtitute		Combine		Adapt		Modify		Put to Other Use		Eliminate		Reverse	
	Bobot	Nilai	Skor	Nilai	Skor	Nilai	Skor	Nilai	Skor	Nilai	Skor	Nilai	Skor	Nilai	Skor
Berkelanjutan	8	–		5	40	–		7	56	8	64	8	64	–	
Perawatan mudah	8	–		8	64	–		3	24	6	48	7	56	–	
~~mudah~~ diguratan	9	–		8	72	–		3	72	8	72	8	72	–	
Ramah lingkungan	7	–		9	63	–		8	56	9	63	8	56	–	
		Total	–	Total	239	Total	–	Total	208	Total	247	Total	248	Total	–

Dipindai dengan CamScanner