

Perancangan Konten *E-Learning* Untuk Proses Produksi Batik Lasem Pewarnaan Indigosol Yang Ramah Lingkungan Di Kabupaten Rembang Dengan Metode Seci Dan Addie

1st Iffat Azizah Dzakiyyah Adani

Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

iffatdza@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Amelia Kurniawati

Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ameliakurniawati@telkomuniversity.ac.id

3rd Luciana Andrawina

Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

luciana@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Industri Batik Lasem di Kabupaten Rembang menghadapi tantangan pencemaran lingkungan akibat limbah cair dari proses pewarnaan yang tidak terstandar, disebabkan pengetahuan perajin ahli yang masih bersifat *tacit*. Penelitian ini bertujuan merancang konten *e-Learning* untuk membakukan dan menyebarkan pengetahuan mengenai proses produksi Batik Lasem yang ramah lingkungan menggunakan metode SECI dan ADDIE. Perancangan ini mengikuti kerangka kerja ADDIE, diawali dengan tahap *Analyze* untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna. Pada tahap *Design*, metode SECI diterapkan untuk mengonversi pengetahuan tacit dari para perajin menjadi *explicit*, yang kemudian disintesis menjadi sebuah *best practice*. *Best practice* tersebut direalisasikan menjadi modul pada tahap *Development* dan diuji coba pada tahap *Implementation*. Tahap *Evaluation* akhir yang mencakup verifikasi dan validasi menunjukkan bahwa platform *e-Learning* yang dihasilkan, yang terdiri dari 9 modul pembelajaran, terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman pengguna. Hasil penelitian ini adalah sebuah platform yang tervalidasi sebagai solusi untuk melestarikan budaya sekaligus menjaga kelestarian lingkungan di Kabupaten Rembang.

Kata kunci— ADDIE, Batik Lasem, *E-Learning*, Ramah Lingkungan, SECI

I. PENDAHULUAN

Batik Indonesia memiliki reputasi yang mendunia berkat keunikannya yang diakui secara internasional. Batik sebagai salah satu warisan budaya khas Indonesia telah diakui oleh UNESCO sebagai Warisan Budaya Takbenda pada 2 Oktober 2009 [1]. Pengakuan ini menegaskan pentingnya batik sebagai bagian dari identitas budaya yang diwariskan secara turun-temurun, terutama di Pulau Jawa. Jawa Tengah merupakan salah satu daerah penghasil batik terbesar di Indonesia dengan karakteristik yang membedakannya dari wilayah lain [2].

Di antara berbagai daerah penghasil batik di Jawa Tengah, Lasem menonjol karena memiliki karakteristik khas hasil akulturasi budaya Jawa dan Tionghoa. Hal ini tercermin dari motif batik seperti Liong, Burung Hong, dan Pohon Hayat, serta penggunaan warna mencolok seperti merah dan biru indigo. Keunikan Batik Lasem semakin diakui secara nasional dengan ditetapkannya Arsip Jaringan

Dagang Batik Lasem sebagai bagian dari Memori Kolektif Bangsa oleh Arsip Nasional Republik Indonesia (ANRI) pada tahun 2023.

Keberadaan Batik Lasem tetap terjaga berkat aktivitas produksi yang masih berlangsung di wilayah Lasem dan sekitarnya, seperti Kecamatan Pancur dan Pamotan. Industri Kecil Menengah (IKM) menjadi elemen penting dalam menjaga kelangsungan produksi Batik Lasem, terutama dalam mempertahankan ciri khas warna merah legendarisnya, yaitu *abang getih pithik* (merah darah ayam).

Dalam praktiknya, banyak IKM menggunakan pewarna sintetis seperti indigosol karena lebih praktis, dapat memenuhi kebutuhan produksi skala besar, dan menghasilkan warna yang lebih variatif [3]. Indigosol adalah pewarna larut air yang menghasilkan warna pastel cerah melalui proses oksidasi dengan sinar matahari dan penambahan zat asam [4]. Warna-warna cerah ini sesuai dengan selera pasar masa kini, khususnya generasi muda seperti Gen Z yang lebih menyukai warna terang dan modern dibanding warna pekat dari pewarna naphthol.

Namun, meningkatnya penggunaan pewarna indigosol juga menimbulkan permasalahan baru, terutama terkait dengan pengelolaan limbah cair. Limbah yang dihasilkan mengandung zat kimia yang berpotensi mencemari lingkungan apabila dibuang tanpa pengolahan. Berdasarkan observasi dan pengujian oleh Tim Pengabdian Masyarakat dari *Enterprise System & Solutions Laboratory* (ESS), Telkom University, sebagian besar IKM batik di Lasem memiliki nilai parameter limbah seperti *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Total Suspended Solids* (TSS) yang melebihi batas baku mutu sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 16 Tahun 2019.

Setiap parameter ini memiliki fungsi yang berbeda dalam analisis limbah cair. BOD mengukur kebutuhan oksigen oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik, COD menggambarkan kebutuhan oksigen untuk proses oksidasi bahan kimia secara total, sementara TSS menunjukkan jumlah partikel padat tersuspensi dalam air yang dapat mengganggu ekosistem perairan [5]. Berdasarkan hasil uji yang dilakukan, diperoleh data

mengenai kualitas limbah cair dari beberapa IKM Batik di Lasem, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel I.1 berikut.

TABEL 1
(HASIL UJI SAMPEL LIMBAH CAIR)

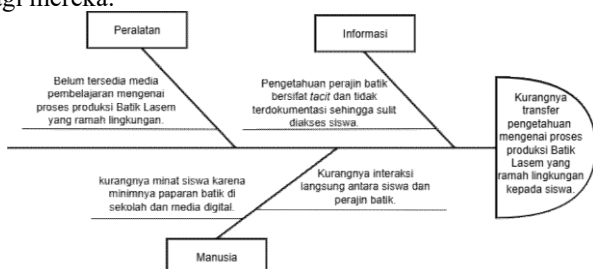
Hasil Uji	Sampel IKM						Baku Mutu Air Limbah (mg/L)
	IKM A	IKM B	IKM C	IKM D	IKM E	IKM F	
TSS (mg/L)	4.953,3	26,0	2.080,0	740,0	24,0	1.640,0	50
BOD (mg/L)	45.000,0	100,0	10.250,0	42.500,0	250,0	13.500,0	60
COD (mg/L)	66.835,0	346,9	11.613,0	68.620,0	602,2	19.068,0	150

Berdasarkan hasil uji sampel dari beberapa IKM yang ditampilkan pada Tabel 1, ditemukan bahwa sebagian besar nilai parameter TSS, BOD, dan COD melampaui batas baku mutu air limbah yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 16 Tahun 2019. Misalnya, IKM A menunjukkan nilai TSS sebesar 4.953,3 mg/L, jauh di atas batas maksimum 50 mg/L, serta BOD dan COD masing-masing sebesar 45.000,0 mg/L dan 66.835,0 mg/L, melebihi batas 60 mg/L dan 150 mg/L. Kondisi serupa juga ditemukan pada IKM C dan IKM D, sementara IKM B dan E meskipun memiliki nilai TSS di bawah ambang batas, tetap menunjukkan nilai BOD dan COD yang tinggi.

Temuan ini menegaskan bahwa pengelolaan limbah cair di sebagian besar IKM batik di Rembang masih belum sesuai standar. Ditambah lagi, sekitar 80% limbah cair dari proses membatik dibuang tanpa pengolahan, di mana kandungan zat pewarna yang bersifat reaktif, asam, dan basa berpotensi merusak kualitas lingkungan [6]. Kandungan zat pewarna yang bersifat reaktif, asam, dan basa dalam limbah cair dapat menyebabkan kerusakan lingkungan, termasuk kematian biota air apabila tidak ditangani secara tepat.

Tingginya pencemaran lingkungan ini berkaitan erat dengan kurangnya pengetahuan dan keterampilan dalam pengelolaan limbah di kalangan perajin batik. Minimnya pelatihan dan ketiadaan dokumentasi membuat sebagian besar teknik pengolahan limbah masih bersifat *tacit knowledge*. Akibatnya, proses produksi batik yang ramah lingkungan belum dapat diterapkan secara meluas, dan tidak adanya dokumentasi juga menghambat proses transfer pengetahuan kepada generasi berikutnya.

Rendahnya minat generasi muda, khususnya pelajar di sekitar Lasem, untuk belajar membatik juga menjadi tantangan. Berdasarkan wawancara dengan pemilik IKM Batik Kidang Mas, diketahui bahwa generasi muda cenderung lebih tertarik pada hal-hal yang bersifat digital dan interaktif. Ketika pengetahuan batik hanya tersedia dalam bentuk tradisional, hal ini menjadi kurang menarik bagi mereka.



GAMBAR 1

(FISHBONE DIAGRAM)

Permasalahan ini digambarkan dalam *fishbone diagram* pada Gambar 1, yang mengidentifikasi tiga faktor utama penghambat transfer pengetahuan mengenai produksi batik ramah lingkungan. Faktor pertama adalah peralatan, yakni belum adanya media pembelajaran yang dapat diakses oleh siswa. Faktor kedua berkaitan dengan informasi, di mana pengetahuan para perajin masih belum terdokumentasi dengan baik. Faktor ketiga adalah manusia, yaitu rendahnya minat siswa terhadap pembelajaran batik akibat kurangnya paparan serta kesempatan untuk belajar secara langsung dari para perajin.

Untuk mengatasi permasalahan ini, solusi yang diusulkan adalah perancangan sebuah platform *e-Learning* berbasis *knowledge management*. Platform ini dirancang untuk menjawab ketiga akar permasalahan: sebagai media penyebaran informasi, sebagai dokumentasi pengetahuan eksplisit yang sebelumnya bersifat tacit, dan sebagai sarana menarik minat siswa melalui materi yang terstruktur dan mudah diakses secara digital.

Dengan adanya platform *e-Learning* ini, diharapkan transfer pengetahuan tentang proses produksi Batik Lasem yang ramah lingkungan dapat berlangsung lebih efektif, menjangkau generasi muda, serta berkontribusi terhadap pelestarian pengetahuan dan budaya secara berkelanjutan.

II. KAJIAN TEORI

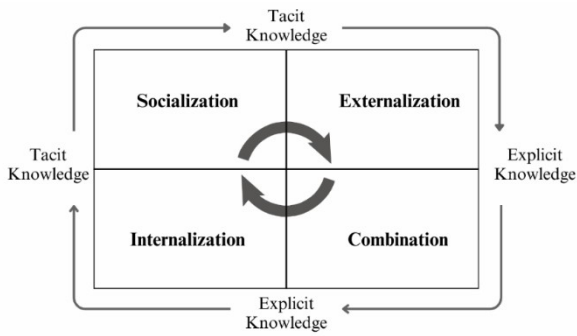
A. Knowledge

Pengetahuan merupakan kombinasi dari pengalaman, nilai, informasi kontekstual, dan intuisi yang membentuk kerangka kerja untuk mengevaluasi serta mengintegrasikan informasi baru [7]. Pengetahuan dibagi menjadi dua jenis, yaitu *explicit knowledge* yang dapat dengan mudah dijelaskan dan didokumentasikan, serta *tacit knowledge* adalah pengetahuan yang sulit untuk diungkapkan dan biasanya terkait dengan pengalaman pribadi. Pemahaman yang mendalam tentang kedua jenis pengetahuan ini sangat penting dalam konteks pengelolaan pengetahuan, terutama dalam industri batik yang memerlukan transfer pengetahuan dari generasi ke generasi.

B. Knowledge Management

Knowledge management adalah proses yang bertujuan untuk mengidentifikasi, menciptakan, menyimpan, membagikan, dan menerapkan pengetahuan dalam suatu organisasi [8]. Pengelolaan pengetahuan yang efektif memungkinkan proses pembelajaran berkelanjutan, inovasi, dan peningkatan efisiensi, terutama dalam konteks pelestarian praktik tradisional seperti produksi batik.

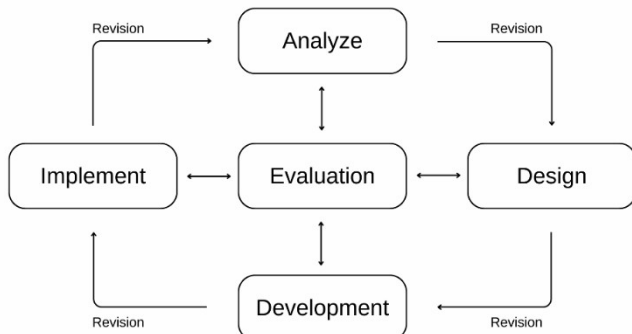
C. Metode SECI



GAMBAR 2
(MODEL SECI)

Model ini dikembangkan oleh Nonaka dan Takeuchi untuk menggambarkan dinamika penciptaan pengetahuan dalam organisasi [9]. Metode SECI menjelaskan proses konversi pengetahuan antara tacit dan explicit melalui empat tahap: *socialization*, *externalization*, *combination*, dan *internalization*. Tahap *socialization* dilakukan melalui interaksi langsung seperti observasi, diskusi, dan praktik langsung. *Externalization* mengubah pengetahuan tacit menjadi eksplisit melalui dokumentasi atau penulisan. *Combination* menyatukan berbagai pengetahuan eksplisit menjadi informasi baru yang lebih terstruktur. Sementara itu, *internalization* terjadi saat individu menyerap pengetahuan eksplisit melalui pengalaman, sehingga menjadi pengetahuan tacit baru. Melalui siklus SECI, proses pembelajaran organisasi dan berbagi pengetahuan dapat terjadi secara berkelanjutan dan sistematis.

D. Metode ADDIE



GAMBAR 3
(MODEL ADDIE)

ADDIE adalah model sistematis untuk pengembangan pembelajaran yang terdiri atas lima tahap, yaitu *Analyze*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation* [10]. Tahap *analyze* melibatkan analisis kebutuhan, kinerja, siswa, serta elemen-elemen materi pembelajaran dan tujuannya. Tahap *design* menyusun rencana pengembangan berdasarkan hasil analisis sebelumnya. Tahap *development* berfokus pada produksi dan pemilihan produk terbaik yang siap diimplementasikan. *Implementation* adalah tahap penerapan produk dalam konteks pembelajaran nyata, sedangkan *evaluation* bertujuan untuk menilai efektivitas produk dan melakukan revisi berdasarkan hasil evaluasi tersebut. Model ini membantu dalam menciptakan sistem pembelajaran yang terstruktur, terukur, dan dapat dievaluasi efektivitasnya secara berkelanjutan.

E. E-Learning

E-Learning merupakan metode pembelajaran berbasis teknologi digital yang memungkinkan penyampaian materi secara daring. Pembelajaran elektronik ini menawarkan fleksibilitas, efisiensi, serta jangkauan yang luas [11]. Dalam hal pelestarian budaya, *e-Learning* memungkinkan transfer pengetahuan secara berkelanjutan dari pelaku industri kepada generasi muda.

F. Pewarnaan Indigosol

Indigosol adalah jenis pewarna sintetis larut air yang umum digunakan dalam industri batik karena mampu menghasilkan warna cerah dan tahan lama. Pewarna ini memerlukan proses oksidasi agar warna dapat muncul optimal, biasanya dengan bantuan katalis seperti asam dan natrium nitrit. Salah satu keunggulan indigosol adalah kemampuannya menghasilkan warna pastel yang khas.

G. Limbah

Limbah merupakan sisa hasil kegiatan manusia atau proses produksi yang tidak lagi bernilai guna, baik dalam bentuk padat, cair, maupun gas [12]. Jika tidak ditangani dengan baik, limbah dapat berdampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.

H. Limbah Cair

Limbah cair adalah limbah dalam bentuk cair yang dihasilkan dari kegiatan domestik, industri, atau pertanian. Dalam industri batik, limbah cair berasal dari proses pewarnaan, pelorodan, dan pencucian kain, yang biasanya mengandung bahan kimia seperti pewarna sintetis, soda api, dan zat pelarut lainnya [13]. Pengelolaan limbah cair menjadi aspek penting dalam mewujudkan industri batik yang ramah lingkungan.

III. METODE

A. Tahap Pendahuluan

Tahap pendahuluan merupakan langkah awal dalam merancang konten *e-Learning* untuk penanganan limbah Batik Lasem dari proses pewarnaan indigosol berbasis *tacit knowledge*. Tahap ini diawali dengan latar belakang yang didukung oleh studi literatur dan studi lapangan yang relevan dengan permasalahan yang ada. Selanjutnya hasil dari latar belakang tersebut digunakan sebagai landasan untuk merumuskan permasalahan utama, yakni bagaimana merancang konten *e-Learning* yang efektif dalam mendukung proses produksi batik yang ramah lingkungan. Tahap ini juga menetapkan tujuan penelitian, yaitu mengembangkan rancangan konten *e-Learning* untuk proses produksi Batik Lasem pewarnaan indigosol yang ramah lingkungan sehingga dapat meningkatkan pemahaman dan keterampilan para perajin.

B. Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Proses pengembangan *e-Learning* dilakukan dengan menggunakan metode ADDIE, yang terdiri dari lima tahap utama: *Analyze*, *Design*, *Develop*, *Implement*, dan *Evaluate*. Tahap pertama, *Analyze*, berfokus pada identifikasi terhadap industri Batik Lasem, proses pembelajaran saat ini, *stakeholder*, dan kebutuhan pengguna. Tujuannya adalah

memastikan desain dan pengembangan konten sesuai dengan kebutuhan pengguna yang telah ditentukan.

Pada tahap *Design*, metode SECI (*Socialization, Externalization, Combination, Internalization*) diterapkan, untuk merancang konten *e-Learning* berbasis *knowledge management*. Dalam tahap *Socialization*, pengetahuan tacit yang dimiliki para perajin ahli dibagikan melalui interaksi langsung, seperti wawancara, observasi, dan pengambilan video. Pengetahuan tacit yang terkumpul tersebut kemudian memasuki tahap *Externalization*, di mana ia diubah menjadi pengetahuan *explicit* melalui proses dokumentasi seluruh hasil temuan. Selanjutnya, pada tahap *Combination*, berbagai bentuk pengetahuan eksplisit yang telah didokumentasikan digabungkan dan disintesis untuk menciptakan sebuah pengetahuan baru yang lebih komprehensif dan terstandar, yang menjadi inti dari konten *e-Learning*. Sebagai tahap akhir, pada proses *Internalization*, konten *e-Learning* yang sudah jadi tersebut disosialisasikan kembali kepada para pekerja agar mereka dapat mempelajari dan menyerap pengetahuan tersebut menjadi keahlian baru. Selanjutnya masuk ke tahap ketiga pada metode ADDIE, yaitu tahap *Development* mencakup pembuatan *storyboard*, pengembangan aplikasi *e-Learning*, dan pengelolaan hak akses pengguna. Setelah konten selesai dikembangkan, tahap *Implementation* melibatkan simulasi penggunaan platform untuk menguji efektivitas dan kemudahan penggunaannya.

C. Verifikasi dan Validasi

Verifikasi dan validasi ini masuk kedalam tahap *evaluation* dalam siklus ADDIE. Tahap verifikasi dan validasi ini bertujuan untuk menjamin keakuratan serta kesesuaian hasil pengolahan data. Tahap verifikasi dilakukan untuk memastikan hasil pengembangan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Jika hasil verifikasi memenuhi kriteria, proses dilanjutkan dengan validasi kepada pihak eksternal Batik Lasem, untuk memperoleh konfirmasi dan masukan yang bertujuan untuk memastikan *e-Learning* telah memenuhi semua indikator keberhasilan yang diharapkan. Pada tahap ini dilakukan berbagai pengujian untuk memastikan kualitas dan keandalan konten *e-Learning*. Proses ini mencakup uji coba kuis, pengujian fungsionalitas, dan *User Acceptance Test* (UAT) guna memastikan bahwa materi serta *platform e-Learning* memenuhi kebutuhan pengguna.

D. Analisis Hasil

Tahapan analisis hasil dan pembahasan evaluasi konten *e-Learning* bertujuan untuk menilai efektivitas modul *e-Learning* yang telah dikembangkan. Proses analisis dilakukan dengan mengukur sejauh mana konten *e-Learning* berhasil meningkatkan pemahaman dan keterampilan pekerja dalam pengelolaan limbah pewarnaan batik secara tepat. Data dari umpan balik para pengguna atau *user* dijadikan bahan untuk mengidentifikasi aspek-aspek yang perlu diperbaiki atau dikembangkan lebih lanjut. Tahapan ini menjadi dasar penting untuk memastikan bahwa konten *e-Learning* dapat memberikan dampak optimal dalam mendukung proses produksi Batik Lasem pewarnaan indigosol yang ramah lingkungan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penyusunan konten *e-Learning* mengenai proses produksi Batik Lasem pewarnaan indigosol dilakukan melalui dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung, wawancara, dan pengambilan video dengan para perajin Batik Lasem di Kabupaten Rembang. Observasi dilakukan untuk melihat secara nyata seluruh tahapan produksi, mulai dari persiapan bahan hingga *finishing*, sementara wawancara digunakan untuk menggali *tacit knowledge* yang dimiliki oleh para perajin dan belum terdokumentasi. Pengambilan video bertujuan merekam proses produksi secara visual agar memudahkan pemahaman peserta pembelajaran. Adapun data sekunder dikumpulkan dari dokumentasi internal rumah batik, seperti hasil produksi dan tahapan proses yang telah berjalan, serta literatur pendukung seperti jurnal mengenai pengolahan limbah air batik.

B. Pengolahan Data

Pengolahan data dalam perancangan *e-Learning* dilakukan dengan menggunakan metode ADDIE yang terdiri dari lima tahap: *Analyze, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*. Selain itu, model SECI diterapkan untuk mengkonversi pengetahuan dan memperoleh *best practice* dari proses pembuatan Batik Lasem, yang kemudian menjadi dasar dalam perancangan konten pada *tahap design*.

1. Analyze

Pada tahap *Analyze*, dilakukan pengumpulan dan analisis data melalui wawancara dengan pemilik dan perajin dari rumah batik Batik X, Kidang Mas, dan Batik Y untuk memahami kebutuhan dalam pengembangan konten *e-Learning* Batik Lasem pewarnaan indigosol. Hasilnya menunjukkan bahwa pembelajaran Batik Lasem masih terbatas secara tatap muka dan belum mencakup aspek ramah lingkungan. *Stakeholder* utama dalam tahap ini meliputi pemilik IKM Batik Kidang Mas sebagai *problem owner*, pembatik sebagai *problem customer*, pelajar, calon pembatik, dan pemilik IKM Batik Kidang Mas sebagai *problem user*, serta peneliti sebagai *problem analyst*.

TABEL 2
(USER STORIES)

Narasumber	User Stories
Pemilik IKM Batik Kidang Mas	Sebagai pemilik IKM Batik, saya ingin ada wadah bagi pelajar untuk mengenal Batik Lasem sekaligus belajar mengenai proses pembuatan batik sehingga memungkinkan akan adanya regenerasi pembatik dan kebudayaan mengenai batik tidak akan redup.
	Sebagai pemilik IKM Batik, saya ingin ada penjelasan mengenai Batik Lasem baik dari perbedaannya dengan batik lain maupun proses pembuatannya sehingga orang-orang mengetahui keistimewaan dari Batik Lasem.
	Sebagai pemilik IKM Batik, saya ingin ada latihan soal mengenai proses pembuatan Batik Lasem untuk mengetahui pemahaman peserta.
	Sebagai pemilik IKM Batik, saya ingin proses pembelajaran yang tidak membosankan, dengan adanya foto atau desain yang menarik sehingga peserta tidak terlalu tegang dalam mengikuti pembelajaran.

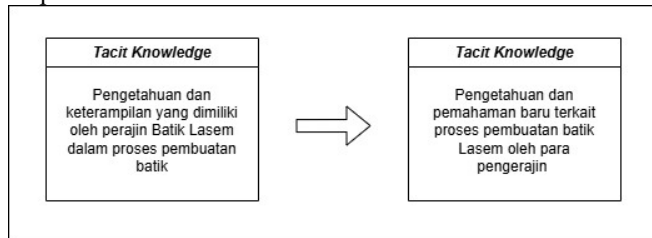
Melalui wawancara, diperoleh *user stories* pada Tabel 2 yang mengungkapkan kebutuhan akan media pembelajaran yang memperkenalkan Batik Lasem, menjelaskan keunikannya, menyediakan latihan soal, dan dikemas secara menarik agar tidak membosankan. Temuan ini menjadi dasar penting dalam perancangan konten *e-learning* yang sesuai kebutuhan pengguna.

2. Design

Pada tahap desain dilakukan perencanaan dan perancangan pembelajaran dengan *e-Learning*. Dalam pengembangan *e-Learning*, konten pembelajaran diolah menggunakan metode SECI guna mendokumentasikan pengalaman serta *knowledge* yang dimiliki oleh para perajin Batik Lasem.

a) Socialization

Sosialisasi adalah proses berbagi dan penciptaan *tacit knowledge* melalui interaksi dan pengalaman langsung, di mana pada fase ini dilakukan penangkapan pengetahuan dari responden.

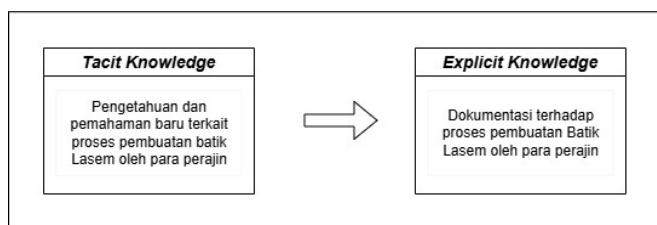


GAMBAR 4
(SKEMA PROSES SOCIALIZATION)

Pada gambar IV.1 menunjukkan bahwa telah terjadi proses konversi *knowledge* yang diperoleh melalui observasi langsung dan wawancara dengan para perajin batik, yaitu *tacit knowledge* yang dimiliki oleh perajin mengenai proses pembuatan Batik Lasem dikonversi menjadi *tacit knowledge* baru bagi peneliti. Pengetahuan tersirat ini kemudian digunakan dalam tahap selanjutnya, yakni externalization, guna menguraikan secara sistematis tahapan-tahapan dalam proses pembuatan Batik Lasem. Hasil dari tahap ini adalah perolehan *tacit knowledge* yang sebelumnya hanya dimiliki oleh para perajin. Secara spesifik, hasilnya berupa data yang teridentifikasi mengenai, Kegiatan utama dalam proses produksi batik, seperti *ngeteli*, *mola*, *nglengkeng*, *nerusi*, *nembok*, pewarnaan indigosol, *nglorod*, penjemuran, hingga pengolahan limbah. Terdapat juga daftar lengkap alat dan bahan yang digunakan dalam keseluruhan proses produksi

b) Externalization

Proses *externalization* merupakan tahapan konversi pengetahuan di mana *tacit knowledge* yang dimiliki para perajin Batik Lasem, seperti pengalaman dan pemahaman yang diperoleh melalui praktik sehari-hari, diubah menjadi *explicit knowledge* dalam bentuk dokumentasi. Pada gambar 5 ditunjukkan skema proses *externalization*.



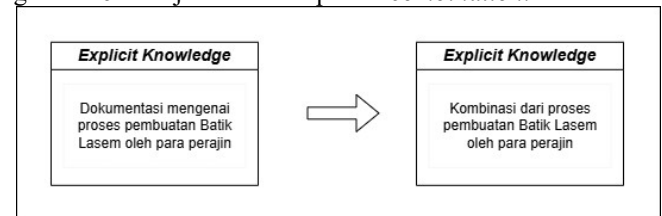
GAMBAR 5
(SKEMA PROSES EXTERNALIZATION)

Pengetahuan yang sebelumnya tersimpan secara personal ini kemudian dituangkan ke dalam bentuk panduan proses, teknik, serta praktik terbaik dalam pembuatan Batik Lasem. Pengetahuan ini kemudian dijadikan sebagai materi pembelajaran yang terstruktur dalam platform e-learning. Materi tersebut terdiri dari, *ngeteli*, *mola*, *nglengkeng*,

nerusi, *nembok*, pewarnaan, *nglorod*, penjemuran, hingga pengolahan limbah.

c) Combination

Tahap *combination* adalah proses menggabungkan berbagai *explicit knowledge* yang telah didokumentasikan pada tahap sebelumnya menjadi *knowledge* baru. Dalam fase ini, dokumentasi proses dari tiga rumah batik yang berbeda dibandingkan untuk menyaring dan memadukan praktik-praktik terbaik dari masing-masing perajin. Pada gambar 6 ditunjukkan skema proses *combination*.

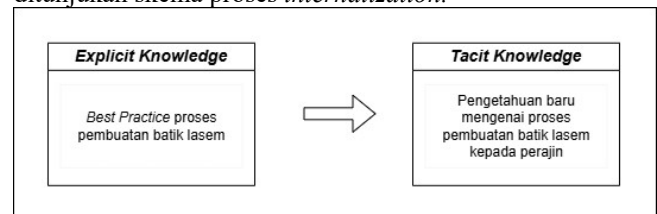


GAMBAR 6
(SKEMA PROSES COMBINATION)

Hasil akhir dari proses *combination* ini adalah terbentuknya sebuah panduan *best practice* yang menjadi konten untuk platform *e-Learning*. *Best practice* tersebut akan dijadikan sebagai dasar dalam pembuatan materi untuk *e-Learning* proses produksi Batik Lasem pewarnaan indigosol yang ramah lingkungan.

d) Internalization

Tahap Internalization adalah proses akhir dalam siklus SECI, di mana *explicit knowledge* yang telah dibakukan diubah kembali menjadi pengetahuan tacit. Pada gambar 7 ditunjukkan skema proses *internalization*.



GAMBAR 7
(SKEMA PROSES INTERNALIZATION)

Pada gambar 7 ditunjukkan skema proses *internalization*. Dalam fase ini, perajin berinteraksi langsung dengan platform *e-Learning*, mempelajari materi *best practice* yang disajikan. Hasil akhir dari proses *Internalization* ini adalah terbentuknya pemahaman baru yang bersifat tacit.

3. Development

Tahap *development* merupakan proses implementasi dari desain *e-Learning* yang telah disusun pada tahap sebelumnya. Pengembangan dimulai dengan pembuatan *storyboard* sebagai panduan visual yang menggambarkan alur konten, navigasi, dan interaktivitas pengguna. Tahap ini juga mencakup pengaturan hak akses pengguna, yang dibagi menjadi dua peran utama, yaitu siswa sebagai pengguna akhir yang mengakses materi pembelajaran, dan admin yang bertanggung jawab terhadap manajemen serta pembaruan konten di platform.

Platform *e-Learning* dirancang menggunakan Looker Studio sebagai media utama untuk menyajikan konten

secara visual dan interaktif. Google Drive digunakan sebagai tempat penyimpanan dokumen pembelajaran, sedangkan Google Forms digunakan untuk mendukung proses evaluasi dalam bentuk kuis atau soal latihan.

Tampilan antarmuka *e-Learning* disesuaikan dengan unsur visual khas Batik Lasem guna memperkuat identitas budaya dalam pembelajaran. Konten tersusun dalam beberapa halaman utama, seperti halaman *login*, beranda, sejarah batik Lasem, panduan penggunaan, dan halaman pembelajaran interaktif. Setiap elemen dalam platform dilengkapi dengan tautan aktif yang mengarahkan pengguna ke materi video, teks, dan evaluasi pembelajaran, sehingga alur belajar dapat diakses secara terstruktur, efisien, dan mudah dipahami oleh pengguna.

4. Implementation

Pada tahap implementation, hasil rancangan *e-Learning* yang telah dikembangkan direalisasikan melalui sesi uji coba dan simulasi secara langsung dengan pengguna akhir. Berikut merupakan tampilan dari *e-Learning* MembatikYuk.

a) Tampilan Halaman Utama

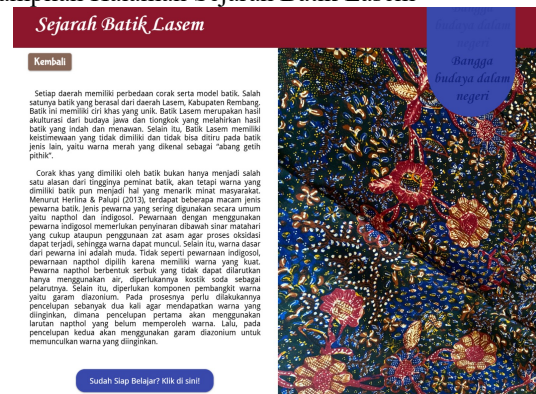


GAMBAR 8

(TAMPILAN HALAMAN UTAMA)

Pada gambar 8 menunjukkan halaman utama pada *e-Learning*, yang berisikan pengenalan singkat mengenai Batik Lasem, dan terdapat *button* yang mengarahkan pengguna ke Alur proses produksi atau ke halaman selanjutnya.

b) Tampilan Halaman Sejarah Batik Lasem

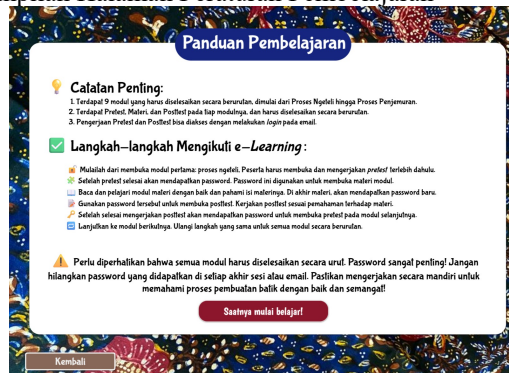


GAMBAR 9

(TAMPILAN HALAMAN SEJARAH BATIK LASEM)

Pada gambar 9 menunjukkan halaman sejarah mengenai Batik Lasem. Terdapat *button* yang mengarahkan ke halaman sebelumnya atau masuk ke halaman yang selanjutnya.

c) Tampilan Halaman Peraturan Pembelajaran



GAMBAR 10

(TAMPILAN HALAMAN PERATURAN PEMBELAJARAN)

Pada gambar 10 menunjukkan halaman peraturan pembelajaran yang menjadi petunjuk bagi *user* sebelum melakukan proses pembelajaran, dan terdapat *button* yang mengarahkan ke halaman setelah nya.

d) Tampilan Halaman Pembelajaran



GAMBAR 11

(TAMPILAN HALAMAN PANDUAN PEMBELAJARAN)

Platform *e-Learning* ini terdiri atas 9 modul pembelajaran yang disusun berdasarkan tahapan proses produksi Batik Lasem. Pada gambar 11 menunjukkan salah satu halaman pembelajaran mengenai pewarnaan indigosol, dimana terdapat *pretest* yang harus di kerjakan terlebih dahulu, setelah itu *user* baru bisa mengakses materi pembelajaran yang ada, dan diakhiri dengan pengerjaan *posttest*. Terdapat *button* untuk kembali ke halaman pembelajaran selanjutnya.

e) Tampilan Halaman Fakta mengenai Batik Ramah Lingkungan



GAMBAR 12

(HALAMAN FAKTA BATIK RAMAH LINGKUNGAN)

Pada Gambar 12 ditunjukkan halaman fakta mengenai batik ramah lingkungan yang memuat informasi dan

penjelasan terkait cara pengelolaan limbah hasil proses produksi batik. Halaman ini juga dilengkapi dengan hyperlink yang mengarahkan pengguna ke materi lanjutan mengenai pengolahan limbah secara lebih mendalam, sehingga pengguna dapat memperoleh pengetahuan baru terkait praktik produksi batik yang berwawasan lingkungan.

C. Evaluasi

Tahap *Evaluation* merupakan fase terakhir dari siklus metode ADDIE, di mana dilakukan evaluasi untuk mengukur keberhasilan dan efektivitas *e-Learning* yang telah dirancang. Pada tahap *evaluation* ini dilakukan verifikasi dan validasi terkait rancangan *e-Learning*. Dilakukan tiga penjujian yaitu, uji kuis, uji fungsionalitas, dan *user acceptance test* (UAT).

TABEL 3
(HASIL KUIS)

Nama Modul	Kelompok user	User	Hasil Kuis	
			Pretest	Posttest
Ngeteli	Siswa Rembang	User 1	40	100
		User 2	60	100
	Siswa luar Rembang	User 3	60	70
		User 4	20	75
Mola	Siswa Rembang	User 1	80	100
		User 2	80	100
	Siswa luar Rembang	User 3	80	100
		User 4	40	50
Nglengkeng	Siswa Rembang	User 1	100	100
		User 2	80	100
	Siswa luar Rembang	User 3	80	100
		User 4	40	50
Nerusi	Siswa Rembang	User 1	100	100
		User 2	100	100
	Siswa luar Rembang	User 3	100	100
		User 4	60	70
Nembok	Siswa Rembang	User 1	40	100
		User 2	20	100
	Siswa luar Rembang	User 3	60	75
		User 4	60	100
Pewarnaan	Siswa Rembang	User 1	20	100
		User 2	60	100
	Siswa luar Rembang	User 3	60	70
		User 4	40	100
Nglorod	Siswa Rembang	User 1	80	100
		User 2	60	100
	Siswa luar Rembang	User 3	80	90
		User 4	40	100
Penjemuran	Siswa Rembang	User 1	80	100
		User 2	80	100
	Siswa luar Rembang	User 3	100	100
		User 4	60	100

Berdasarkan tabel 2 menunjukkan bahwa adanya peningkatan nilai yang antara hasil *pretest* dan *posttest* yang dilakukan oleh siswa. Pada awalnya *user* memiliki skor rendah hingga menengah pada *pretest*, lalu mampu mencapai skor tinggi pada *posttest* setelah melalui proses pembelajaran. Sehingga hasil kuis ini menunjukkan bahwa *e-Learning* efektif dalam mentransfer pengetahuan dan meningkatkan pemahaman pengguna mengenai proses produksi Batik Lasem yang ramah lingkungan.

TABEL 4
(RANGKUMAN UJI FUNGSIONALITAS TERHADAP SISWA)

No	Kegiatan	Keterangan
1	Nama uji: <i>Login</i> Deskripsi: uji coba terkait akses login untuk dapat membuka <i>platform e-Learning</i>	Berhasil
2	Nama uji: Kuis <i>pretest</i> Deskripsi: uji coba terkait akses laman kuis <i>pretest</i>	Berhasil
3	Nama uji: Materi pembelajaran Deskripsi: uji coba terkait mengakses materi yang tersedia	Berhasil
4	Nama uji: Kuis <i>posttest</i> Deskripsi: uji coba terkait akses laman kuis <i>posttest</i>	Berhasil
5	Nama uji: Mengakses halaman lainnya Deskripsi uji: uji coba terkait mengakses halaman lainnya	Berhasil
6	Nama uji: <i>Feedback</i> Deskripsi: uji coba terkait akses laman <i>feedback</i>	Berhasil

Berdasarkan tabel 4 dilakukan uji fungsionalitas terhadap siswa dengan tujuan untuk memastikan bahwa semua fungsi yang ada pada platform *e-Learning* berjalan sesuai dengan fungsi dan kebutuhan pengguna. Hasil "Berhasil" pada semua kegiatan uji yang dijalankan menunjukkan bahwa seluruh fitur yang ditujukan untuk user dapat beroperasi dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan.

TABEL 5
(RANGKUMAN UJI FUNGSIONALITAS TERHADAP ADMIN)

No	Kegiatan	Keterangan
1	Nama uji: <i>Login</i> Deskripsi: uji coba terkait akses login untuk dapat membuka <i>platform e-Learning</i>	Berhasil
2	Nama uji: Pengelolaan konten Deskripsi: uji coba terkait menambah atau memperbarui tautan konten pembelajaran yang ada	Berhasil
3	Nama uji: Pemantauan hasil kuis Deskripsi: uji coba terkait mengakses data hasil pengerjaan kuis oleh <i>user</i>	Berhasil

Berdasarkan tabel V.6 dilakukan uji fungsionalitas terhadap admin dengan tujuan untuk memastikan bahwa semua fungsi yang ada pada platform *e-Learning* berjalan sesuai dengan fungsi dan kebutuhan pengguna. Seluruh kasus uji yang dijalankan menunjukkan hasil "Berhasil", yang menandakan bahwa seluruh fitur yang ditujukan untuk admin dapat beroperasi dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan.

TABEL 6
(HASIL USER ACCEPTANCE TEST)

No	Pertanyaan	Persentase
1	Apakah tampilan <i>e-Learning</i> menarik?	96%
2	Apakah tampilan <i>e-Learning</i> mudah digunakan?	96%
3	<i>E-learning</i> memudahkan peserta dalam pelatihan pembuatan batik.	96%
4	Apakah fitur yang tersedia pada <i>e-Learning</i> sudah cukup baik?	96%
5	Konten materi mudah dipahami.	96%
6	Konten materi membantu peserta untuk belajar secara mandiri.	96%
7	Tampilan teks pada materi jelas.	96%
8	Tampilan teks dan gambar pada kuis jelas	96%
9	Kuis dapat menjadi skala pemahaman peserta pada proses pembuatan Batik Lasem.	92%
10	<i>E-Learning</i> sudah cukup baik.	100%

Berdasarkan tabel 3 menunjukkan persentase tingkat penerimaan dan kepuasan user yang sudah cukup baik terhadap platform *e-Learning* yang dikembangkan. Dari sisi platform, *user* menilai tampilan *e-Learning* yang menarik, fitur-fitur untuk mengakses materi dan kuis yang berfungsi dengan baik, dan alur penggunaannya mudah diikuti. Dari

sisi pembelajaran, platform ini memberikan kemudahan bagi user untuk mempelajari proses produksi Batik Lasem yang ramah lingkungan.

Hasil evaluasi terhadap platform *e-Learning* MembatikYuk menunjukkan adanya kelebihan dan kekurangan. Dari sisi kelebihan, platform ini memiliki desain antarmuka yang menarik (tingkat kepuasan visual mencapai 96% berdasarkan UAT), mudah dipelihara karena menggunakan Looker Studio yang berbasis *cloud* sehingga tidak memerlukan domain khusus, platform ini juga fleksibel karena berbasis web, dapat diakses kapan saja untuk mendukung pembelajaran mandiri tanpa terikat jadwal.

Meskipun platform ini memiliki berbagai kelebihan, hasil UAT dan wawancara dengan pengguna yang memperoleh nilai rendah mengungkapkan adanya beberapa kekurangan, khususnya terkait alur pembelajaran. Sistem penguncian modul menggunakan password dianggap membingungkan dan membuat peserta cepat jenuh. Selain itu, *password* mudah dibagikan antar pengguna, sehingga peserta bisa melewati tahapan tertentu tanpa menyelesaikan tahap sebelumnya. Hal ini mengganggu alur belajar yang telah dirancang dan berpotensi menurunkan pemahaman. Oleh karena itu, disarankan mengganti sistem tersebut dengan mekanisme otomatis yang membuka akses modul berikutnya setelah peserta menyelesaikan tahap sebelumnya.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil tugas akhir yang telah dilakukan, telah berhasil diidentifikasi sebuah proses produksi Batik Lasem pewarnaan indigosol yang ramah lingkungan. Proses ini merupakan hasil dari penggalian pengetahuan tacit para perajin melalui metode SECI dan disusun menjadi sembilan tahapan utama, mulai dari *ngeteli*, *mola*, *nglengkeng*, *nerusi*, *nembok*, pewarnaan indigosol, *nglorod*, penjemuran, dan diakhiri dengan pengolahan limbah. Aspek ramah lingkungan ditunjukkan melalui pengelolaan limbah yang mencakup daur ulang larutan pewarna, pemanfaatan ulang limbah malam, serta metode koagulasi-flokulasi menggunakan tawas dan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) untuk menekan pencemaran. Selain itu rancangan konten *e-Learning* berhasil dikembangkan untuk menyampaikan seluruh tahapan proses produksi secara terstruktur dan interaktif. Pengembangan konten dilakukan dengan pendekatan ADDIE, mencakup materi visual dan kuis. Hasil uji fungsionalitas, *pretest*, *posttest*, dan *User Acceptance Test* (UAT) menunjukkan bahwa platform ini mampu meningkatkan pemahaman, serta mendapatkan tingkat kepuasan dan penerimaan yang tinggi. Dengan demikian, *e-Learning* MembatikYuk diharapkan menjadi media pembelajaran yang mendukung pelestarian budaya Batik Lasem sekaligus mendorong regenerasi pembatik di masa mendatang.

REFERENSI

- [1] Y. N. Evita, A. Trihartono, and A. Prabhawati, "Pengakuan UNESCO atas Batik sebagai Warisan Budaya Tak Benda (WBTB) YPRILIANSI," *Jurnal YPRILIANSI*, vol. 2010, no. 2, pp. 862–875, 2022.
- [2] V. Ameylinda, S. Amelia, D. Agustin, V. Fitria, and Firmansyah, "Analisis Industri Kreatif Sebagai Fashion Melalui Inovasi Batik di Empat Kota Jawa Tengah," *Journal of Business Technology and Economics*, vol. 1, no. 3, pp. 103–113, 2024. [Online]. Available: <https://jateng.inews.id/>
- [3] Z. H. Herfiani, A. Rezagama, and M. Nur, "Pengolahan Limbah Cair Zat Warna Jenis Indigosol Blue (C.I Vat Blue 4) Sebagai Hasil Produksi Kain Batik Menggunakan Metode Ozonasi dan Adsorpsi Arang Aktif Batok Kelapa terhadap Parameter COD dan Warna," *Jurnal Teknik Lingkungan*, vol. 6, no. 3, pp. 1–10, 2017. [Online]. Available: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/tlingkungan>
- [4] A. Amalia, R. Tjahyono, J. Jazuli, and R. Syamwil, "Rancang Bangun Meja Colet Ultraviolet untuk Pra-Oksidasi Zat Warna Indigosol dalam Pewarnaan Batik Menggunakan Pendekatan Sistematis Pahl dan Beitz," *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, vol. 18, no. 1, pp. 42–50, 2023. doi: [10.14710/jati.18.1.42-50](https://doi.org/10.14710/jati.18.1.42-50)
- [5] L. Ristyana, "Analisis Kandungan DO, BOD, COD, TS, TDS, TSS dan Analisis Karakteristik Fisikokimia Limbah Cair Industri Tahu di UMKM Daerah Imogiri Barat Yogyakarta," *Universitas Ahmad Dahlan*, Jun. 2022.
- [6] M. Indah and W. Utami, "Pengolahan Limbah Zat Warna Batik di Perairan: Systematic Literature Review," *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, vol. 2, pp. 26–33, 2024.
- [7] T. H. Davenport and D. D. D'Ignazio, *Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know*, Boston, MA, USA: Harvard Business School Press, 1998. [Online]. Available: <https://www.scribd.com/document/210150901/Working-Knowledge>
- [8] Y. T. Widayati, "Knowledge Management: Mendayagunakan Pengalaman dan Informasi," *Komputaki*, vol. 1, no. 1, pp. 114–132, 2016.
- [9] I. Nonaka and H. Takeuchi, *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*, New York, NY, USA: Oxford University Press, 1995.
- [10] A. Rachma, T. Iriani, and S. S. Handoyo, "Penerapan Model ADDIE dalam Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Video Simulasi Mengajar Keterampilan Memberikan Reinforcement," *Jurnal Pendidikan West Science*, vol. 1, no. 8, pp. 506–516, 2023. doi: [10.58812/jpdws.v1i08.554](https://doi.org/10.58812/jpdws.v1i08.554)
- [11] E. Purwaningsih *et al.*, "Efektifitas dan Kepuasan Mahasiswa terhadap Media E-Learning," *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara (JPkMN)*, vol. 5, no. 1, pp. 126–130, 2024.

[12] A. Deckanio, A. M. Pratiwi, D. Ililiyun, S. Nuriyah, and T. D. Cahyani, "Analisis Dampak Pencemaran Limbah Industri PT. S terhadap Kehidupan Masyarakat di Kabupaten Sidoarjo," *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, vol. 1, no. 4, pp. 141–151, 2023. [Online]. Available: <https://jurnal.penerbitdaarulhuda.my.id/index.php/MAJIM/article/download/97/105>

[13] L. Indrayani and M. Triwiswara, "Efektivitas Pengolahan Limbah Cair Industri Batik dengan Teknologi Lahan Basah Buatan," *Jurnal Teknik Lingkungan*, pp. 53–66, 2018.