

**OPTIMASI PROSES ELEKTRO-FENTON DALAM
MENURUNKAN KADAR COD, TSS DAN WARNA PADA
LIMBAH CAIR BATIK**

SKRIPSI



Oleh :

SHAFIA AZZAHRA RAMADEANDRA

NPM 21034010117

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2025**

**OPTIMASI PROSES ELEKTRO-FENTON DALAM
MENURUNKAN KADAR COD, TSS DAN WARNA PADA
LIMBAH CAIR BATIK**

SKRIPSI



Oleh :

SHAFIA AZZAHRA RAMADEANDRA
NPM 21034010117

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2025**

**OPTIMASI PROSES ELEKTRO-FENTON DALAM
MENURUNKAN KADAR COD, TSS DAN WARNA PADA
LIMBAH CAIR BATIK**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST.)
Program Studi Teknik Lingkungan.**

Diajukan Oleh :

SHAF A AZZAHRA RAMADEANDRA

NPM: 21034010117

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA**

2025

LEMBAR PENGESAHAN
OPTIMASI PROSES ELEKTRO-FENTON DALAM
MENURUNKAN KADAR COD, TSS DAN WARNA PADA
LIMBAH CAIR BATIK

Disusun Oleh:


Shafa Azzahra Ramadeandra

NPM. 21034010117

Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada Jurnal *Asian Journal of Applied Research for Community Development and Empowerment* (AJARCDE) (Terakreditasi Sinta 4)

Menyetujui,

Pembimbing


Firra Rosariawari, S.T., M.T
NIP./NPT. 19750409 202121 2 004

TIM PENGUJI

1. Ketua


Dr. Okik Hendriyanto C, ST., MT
NIP./NPT. 19750717 202121 1 007

2. Anggota


Aussie Amalia, ST., MSc.
NIP./NPT. 172 1992 1124 059

Mengetahui,


Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR PERSETUJUAN
OPTIMASI PROSES ELEKTRO-FENTON DALAM
MENURUNKAN KADAR COD, TSS DAN WARNA PADA
LIMBAH CAIR BATIK

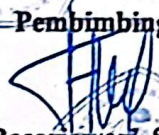
Disusun Oleh:


Shafa Azzahra Ramadeandra
NPM. 21034010117

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Pembimbing


Firra Rosariawati, S.T., M.T
NIP./NPT. 19750409202121 2 004

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur


Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR REVISI
OPTIMASI PROSES ELEKTRO-FENTON DALAM
MENURUNKAN KADAR COD, TSS DAN WARNA PADA
LIMBAH CAIR BATIK

Disusun Oleh:


Shafa Azzahra Ramadeandra
NPM. 21034010117

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 28 November 2025

TIM PENILAI

KETUA


Dr. Okik Hendriyanto C, ST., MT
NIP./NPT. 19750717 202121 1 007

ANGGOTA


Aussie Amalia, ST., MSc.
NIP./NPT. 172 1992 1124 059

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Shafa Azzahra Ramadeandra
NPM : 21034010117
Program : Sarjana(S1)
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik Dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi* ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemulan indikasi plagiat pada Skripsi/Tesis/Desertasi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 28 November 2025

Yang Membuat Pernyataan



Shafa Azzahra Ramadeandra
NPM. 21034010117

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, hidayah serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Optimasi Proses Elektro-Fenton Dalam Menurunkan Kadar COD, TSS dan Warna Pada Limbah Cair Batik.” Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh dalam kurikulum program studi S-1 Teknik Lingkungan dan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak dalam menyempurnakan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian skripsi ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya dukungan, bimbingan, pengarahan, petunjuk dan saran dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof Dr. Dra. Jariyah. M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Firra Rosariawari, S.T M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur dan selaku Dosen Pembimbing skripsi yang telah membantu mengarahkan dan membimbing dengan sabar sehingga pengerjaan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Kedua orang tua penulis yang senantiasa memberikan kasih sayang, nasehat, serta dukungan baik bentuk moril maupun materi, cinta dan doa yang tiada hentinya memberikan semangat untuk menempuh pendidikan. Penulis sangat bangga memiliki kedua orang tua yang tiada henti-hentinya memeluk dan memberikan kata-kata semangat hingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan.

4. Saudara penulis yang selalu memberikan yang terbaik. Dukungan, kata semangat dan juga doa yang senantiasa dipanjatkan untuk mendukung penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Teman-teman Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, terkhususnya angkatan 2021 atas dukungan dan kerjasamanya selama menempuh pendidikan dan penyelesaian skripsi ini
6. Terakhir, yang tidak pernah menyerah dan selalu bertahan dalam segala hal yang dihadapinya, yang senantiasa terus menguatkan diri sendiri hingga akhirnya dapat menyelesaikan studi ini hingga mendapatkan gelar, yaitu penulis sendiri, Shafa Azzahra Ramadeandra. Terimakasih telah bertahan selama ini walau derai air mata yang keluar setiap malam karena rasa lelah. Terimakasih sudah terus berjuang dan tetap ikhlas dengan apapun halangan yang selama ini terjadi. Terimakasih kepada raga yang terus melangkah meski rasa ingin berhenti selalu ada. Penulis sangat bangga dengan diri sendiri hingga mencapai titik ini. Mari terus berkembang dan bekerja sama dalam menjadi pribadi yang lebih baik lagi.

Penulis telah berusaha memberikan yang terbaik dalam menyusun skripsi ini namun apabila terdapat kesalahan, penulis berharap hal ini dapat menjadi perbaikan di masa datang. Semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat bagi penulis, pembaca lainnya dan Universitas khususnya program studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Surabaya, 27 November 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Ruang Lingkup Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Karakteristik Limbah Cair Batik	4
2.2 Parameter Air Limbah Cair Batik	5
2.2.1 Zat Pewarna.....	5
2.2.2 Chemical Oxygen Demand (COD)	6
2.2.3 Total Suspended Solid (TSS).....	7
2.3 Baku Mutu Limbah Cair Batik.....	8
2.4 Metode Fenton	9
2.5 Elektrokoagulasi.....	11
2.6 Elektro-Fenton	12
2.7 Hidrogen Peroksida (H ₂ O ₂)	14
2.8 Penelitian Terdahulu.....	15
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Kerangka Penelitian.....	17
3.1.1 Ide Penelitian	20
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	20
3.2.1 Peralatan Penelitian	20

3.2.2	Bahan Penelitian	21
3.3	Prosedur Penelitian	21
3.4	Variabel Penelitian	22
3.5	Analisis	23
3.5.1	Analisis Chemical Oxygen Demand (COD).....	23
3.5.2	Analisis Total Suspended Solid (TSS)	24
3.5.3	Analisis Warna	25
3.5.4	Analisa Statistik Anova	26
3.6	Matriks Penelitian	27
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Karakteristik Awal Limbah Cair Batik	31
4.2	Hasil Pengujian Limbah Batik Menggunakan Metode Elektro-Fenton	31
4.2.1	Pengaruh Kuat Arus, Waktu Kontak dan Perbandingan $H_2O_2:FeSO_4$ Terhadap Parameter COD Pada Proses Elektro-Fenton ..	34
4.2.2	Pengaruh Kuat Arus, Waktu Kontak dan Perbandingan $H_2O_2:FeSO_4$ Terhadap Parameter TSS Pada Proses Elektro-Fenton	52
4.2.3	Pengaruh Kuat arus, Waktu Kontak dan Perbandingan $H_2O_2:FeSO_4$ Terhadap Parameter Warna pada Proses elektro-Fenton	69
4.3	Pengaruh Elektro-Fenton Terhadap Penyisihan COD, TSS dan Warna	80
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		82
5.1	Kesimpulan	82
5.2	Saran.....	82
DAFTAR PUSTAKA		83
LAMPIRAN A		
LAMPIRAN B		
LAMPIRAN C		
LAMPIRAN D		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip proses elektrokoagulasi	12
Gambar 2.2 Reaksi proses elektro-Fenton.....	14
Gambar 3.2 Metode Penelitian	19
Gambar 3.3 Rancangan Komponen Elektro-Fenton Batch	22
Gambar 4.1 Pengaruh Kuat Arus 1 Ampere, Waktu Kontak, Perbandingan H ₂ O ₂ :FeSO ₄ Terhadap Penyisihan COD	40
Gambar 4.2 Pengaruh Kuat Arus 1 Ampere, Waktu Kontak, Perbandingan 10:0,05 dan 10:0,3 Terhadap Penyisihan COD	41
Gambar 4.3 Pengaruh Kuat Arus 2 Ampere, Waktu Kontak, Perbandingan H ₂ O ₂ :FeSO ₄ Terhadap Penyisihan COD	42
Gambar 4.4 Pengaruh Kuat Arus 2 Ampere, Waktu Kontak, Perbandingan 10:0,05 dan 10:0,3 Terhadap Penyisihan COD	43
Gambar 4.5 Pengaruh Kuat Arus 3 Ampere, Waktu Kontak, Perbandingan H ₂ O ₂ :FeSO ₄ Terhadap Penyisihan COD	44
Gambar 4.6 Pengaruh Kuat Arus 3 Ampere, Waktu Kontak, Perbandingan 10:0,05 dan 10:0,3 Terhadap Penyisihan COD.....	45
Gambar 4.7 Pengaruh Kuat Arus 4 Ampere, Waktu Kontak, Perbandingan H ₂ O ₂ :FeSO ₄ Terhadap Penyisihan COD	46
Gambar 4.8 Pengaruh Kuat Arus 4 Ampere, Waktu Kontak, Perbandingan 10:0,05 dan 10:0,3 Terhadap Penyisihan COD	47
Gambar 4.9 Pengaruh Kuat Arus 5 Ampere, Waktu Kontak, Perbandingan H ₂ O ₂ :FeSO ₄ Terhadap Penyisihan COD	48
Gambar 4.10 Pengaruh Kuat Arus 5 Ampere, Waktu Kontak, Perbandingan 10:0,05 dan 10:0,3 Terhadap Penyisihan COD	49
Gambar 4.11 Pengaruh Kuat Arus 1 Ampere, Waktu Kontak, Perbandingan H ₂ O ₂ :FeSO ₄ Terhadap Penyisihan TSS.....	58
Gambar 4.12 Pengaruh Kuat Arus 1 Ampere, Waktu Kontak, Perbandingan 10:0,05 dan 10:0,3 Terhadap Penyisihan TSS	59

Gambar 4.13 Pengaruh Kuat Arus 2 Ampere, Waktu Kontak, Perbandingan $\text{H}_2\text{O}_2:\text{FeSO}_4$ Terhadap Penyisihan TSS.....	60
Gambar 4.14 Pengaruh Kuat Arus 2 Ampere, Waktu Kontak, Perbandingan 10:0,05 dan 10:0,3 Terhadap Penyisihan TSS	61
Gambar 4.15 Pengaruh Kuat Arus 3 Ampere, Waktu Kontak, Perbandingan $\text{H}_2\text{O}_2:\text{FeSO}_4$ Terhadap Penyisihan TSS.....	62
Gambar 4.16 Pengaruh Kuat Arus 3 Ampere, Waktu Kontak, Perbandingan 10:0,05 dan 10:0,3 Terhadap Penyisihan TSS	63
Gambar 4.17 Pengaruh Kuat Arus 4 Ampere, Waktu Kontak, Perbandingan $\text{H}_2\text{O}_2:\text{FeSO}_4$ Terhadap Penyisihan TSS.....	64
Gambar 4.18 Pengaruh Kuat Arus 4 Ampere, Waktu Kontak, Perbandingan 10:0,05 dan 10:0,3 Terhadap Penyisihan TSS	64
Gambar 4.19 Pengaruh Kuat Arus 5 Ampere, Waktu Kontak, Perbandingan $\text{H}_2\text{O}_2:\text{FeSO}_4$ Terhadap Penyisihan TSS.....	65
Gambar 4.20 Pengaruh Kuat Arus 5 Ampere, Waktu Kontak, Perbandingan 10:0,05 dan 10:0,3 Terhadap Penyisihan TSS	66
Gambar 4.21 Pengaruh Kuat Arus 1 Ampere, Waktu Kontak, Perbandingan $\text{H}_2\text{O}_2:\text{FeSO}_4$ Terhadap Penyisihan Warna.....	73
Gambar 4.22 Pengaruh Kuat Arus 2 Ampere, Waktu Kontak, Perbandingan $\text{H}_2\text{O}_2:\text{FeSO}_4$ Terhadap Penyisihan Warna.....	74
Gambar 4.23 Pengaruh Kuat Arus 3 Ampere, Waktu Kontak, Perbandingan $\text{H}_2\text{O}_2:\text{FeSO}_4$ Terhadap Penyisihan Warna.....	75
Gambar 4.24 Pengaruh Kuat Arus 4 Ampere, Waktu Kontak, Perbandingan $\text{H}_2\text{O}_2:\text{FeSO}_4$ Terhadap Penyisihan Warna.....	76
Gambar 4.25 Pengaruh Kuat Arus 5 Ampere, Waktu Kontak, Perbandingan $\text{H}_2\text{O}_2:\text{FeSO}_4$ Terhadap Penyisihan Warna.....	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Batik Berdasarkan Peraturan yang Berlaku.....	9
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu.....	15
Tabel 3.3 Matriks Penelitian	27
Tabel 4.1 Karakteristik Awal Limbah Cair Batik	31
Tabel 4.2 Data Hasil Penelitian COD.....	34
Tabel 4.3 Hasil COD Pada Perbandingan 10:0,05 dan 10:0,3	38
Tabel 4.4 Statistika ANOVA Pada COD	50
Tabel 4.5 Statistika ANOVA Pada COD Dengan Perbandingan 10:0,05 dan 10:0,3.....	51
Tabel 4.6 Data Hasil Penelitian TSS	53
Tabel 4.7 Hasil TSS Pada Perbandingan 10:0,05 dan 10:0,3.....	56
Tabel 4.8 Statistika ANOVA Pada TSS	67
Tabel 4.9 Statistika ANOVA Pada TSS Dengan Perbandingan 10:0,05 dan 10:0,3	68
Tabel 4.10 Data Hasil Penelitian Warna	70
Tabel 4.11 Hasil ANOVA TSS	78

ABSTRAK

Industri batik mulai dari skala rumah tangga hingga industri besar akan menghasilkan limbah cair yang mengandung senyawa organik tinggi, zat warna dan polutan lain seperti COD dan TSS yang sulit terurai. Pengolahan limbah diperlukan untuk mereduksi kandungan polutan agar memenuhi baku mutu. Metode pengolahan seringkali tidak memadai dan mahal, oleh karena itu penelitian ini menguji efektivitas Proses Oksidasi Lanjutan (AOP) elektro-Fenton yang mampu menghasilkan radikal hidroksil reaktif untuk mendegradasi polutan secara organik. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis efektivitas dan mengoptimalkan elektro-Fenton dalam mengurangi kadar COD, TSS dan warna pada limbah cair batik. Penelitian ini mencari kombinasi optimal dari variasi kuat arus, waktu kontak dan perbandingan molaritas $\text{H}_2\text{O}_2:\text{FeSO}_4$ yang dapat memberikan efisiensi penyisihan tertinggi. Metode penelitian dilakukan menggunakan metode elektro-Fenton secara *batch* dengan variabel meliputi kuat arus, waktu kontak dan perbandingan molaritas $\text{H}_2\text{O}_2:\text{FeSO}_4$ dengan data hasil pengujian dianalisis dengan *ANOVA Two-Way*. Berdasarkan penelitian, efisiensi pengolahan menggunakan metode elektro-Fenton dalam penyisihan COD sebesar 77% tercapai pada kondisi kuat arus 4 ampere, waktu kontak 35 menit dan perbandingan $\text{H}_2\text{O}_2:\text{FeSO}_4$ 10:0,3, penyisihan TSS sebesar 98% pada kondisi kuat arus 3 ampere, waktu kontak 25 menit dan perbandingan $\text{H}_2\text{O}_2:\text{FeSO}_4$ 10,3 dan penyisihan warna sebesar 99,7% pada kondisi kuat arus 3 ampere, waktu kontak 45 menit dan perbandingan $\text{H}_2\text{O}_2:\text{FeSO}_4$ 10:0,1.

Kata Kunci: Elektro Fenton, *Chemical Oxygen Demand*, *Total Suspended Solid*, Warna

ABSTRACT

The batik industry, ranging from household-scale to large-scale industries, generates wastewater containing high levels of organic compounds, dyes, and other pollutants such as COD (Chemical Oxygen Demand) and TSS (Total Suspended Solids), which are difficult to degrade. Wastewater treatment is necessary to reduce pollutant content to meet environmental quality standards. However, treatment methods are often inadequate and costly. Therefore, this study investigates the effectiveness of the Advanced Oxidation Process (AOP) using the electro-Fenton method, which is capable of generating reactive hydroxyl radicals to degrade organic pollutants. The objective of this research is to analyze the effectiveness and optimize the electro-Fenton process in reducing COD, TSS, and color in batik wastewater. The study aims to determine the optimal combination of current intensity, contact time, and molar ratio of $H_2O_2:FeSO_4$ that yields the highest removal efficiency. The research was conducted using a batch electro-Fenton method with variables including current intensity, contact time, and the molar ratio of $H_2O_2:FeSO_4$. The resulting data were analyzed using Two-Way ANOVA. Based on the study, the electro-Fenton treatment achieved a COD removal efficiency of 77% under conditions of 4 amperes current, 35 minutes contact time, and $H_2O_2:FeSO_4$ ratio of 10:0.3. TSS removal efficiency reached 98% at 3 amperes current, 25 minutes contact time, and $H_2O_2:FeSO_4$ ratio of 10:0.3. Meanwhile, color removal efficiency reached 99.7% at 3 amperes current, 45 minutes contact time, and $H_2O_2:FeSO_4$ ratio of 10:0.1.

Keywords: *Electro-Fenton, Chemical Oxygen Demand, Total Suspended Solids, Color*