

**SKRIPSI**

**PENINGKATAN EFEKTIVITAS  
ELEKTROKOAGULASI DAN FOTOKATALIS  
PADA PROSES DEGRADASI LIMBAH BATIK**



Oleh :

**ANGGER SULISTYANINGSIH**

**NPM. 1652010041**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
JAWA TIMUR  
SURABAYA  
2020**

**SKRIPSI**  
**PENINGKATAN EFEKTIVITAS**  
**ELEKTROKOAGULASI DAN FOTOKATALIS**  
**PADA PROSES DEGRADASI LIMBAH BATIK**



Oleh :

**ANGGER SULISTYANINGSIH**

**NPM. 1652010041**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"**

**JAWA TIMUR**

**SURABAYA**

**2020**

**PENINGKATAN EFEKTIVITAS ELEKTROKOAGULASI DAN  
FOTOKATALIS PADA PROSES DEGRADASI LIMBAH BATIK**

**SKRIPSI**

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

Diajukan Oleh :

**ANGGER SULISTYANINGSIH**

**NPM: 1652010041**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAWA  
TIMUR  
SURABAYA  
2020**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**Skripsi / Tugas Akhir**

**PENINGKATAN EFEKTIVITAS ELEKTROKOAGULASI DAN  
FOTOKATALIS PADA PROSES DEGRADASI LIMBAH BATIK**

Oleh :

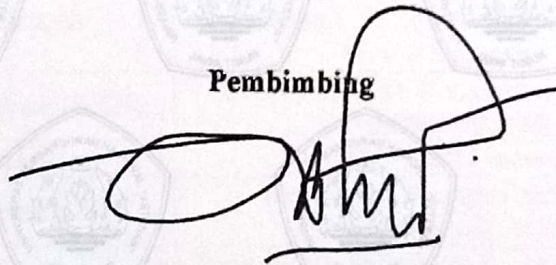
**ANGGER SULISTYANINGSIH**

**NPM. 1652010041**

Telah Dipertahankan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi Fakultas Teknik Program Studi  
Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Pada Tanggal : .....

Pembimbing



**Ir. Tuhu Agung R., MT**

**NIP. 19620501 1988003 1 001**

Mengetahui,

**Dekan Fakultas Teknik**



**Dr. Dra. Jarivah, MP**

**NIP. 19650403 199103 2 001**

**LEMBAR PERSETUJUAN**  
**LULUS SKRIPSI**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN**

Nama : Angger Sulistyaningsih

NPM : 1652010041

Judul Skripsi : Peningkatan Efektivitas Elektrokoagulasi dan Fotokatalis Pada  
Proses Degradasi Limbah Batik

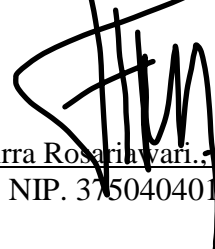
Disetujui oleh Tim Penguji Skripsi Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas  
Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur Pada Tanggal:  
17 Juli 2020

**Penguji I,**



Dr. Ir. NovirinaHendrasarie,MT  
NIP. 19681126 1994032001

**Penguji II,**



Firra Rosalia Vari, ST., MT  
NIP. 375040401961

**Mengetahui,**  
**Koordinator Progam Studi**  
**Teknik Lingkungan**



Dr. Ir. NovirinaHendrasarie,MT  
NIP. 19681126 1994032001

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“Peningkatan Efektivitas Elektrokoagulasi dan Fotokatalis Pada Proses Degradasi Limbah Batik”**. Tugas Akhir ini dapat selesai dengan tepat waktu tentunya tidak lepas dari peran serta dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Dra. Jariyah, MP selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ir. Tuhu Agung R., MT selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membantu, mengarahkan dan membimbing sehingga tugas akhir ini dapat selesai dengan baik.
4. Seluruh Dosen dan Staff Pengajar Program Studi Teknik Lingkungan yang telah membagikan ilmu di dalam kelas maupun diskusi.
5. Kedua orangtua yang selalu memberikan do’a dan saran dalam menyelesaikan tugas ini.
6. Semua teman – teman Teknik Lingkungan angkatan 2016, yang telah membantu proses pengerjaan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan banyak kekurangan baik dalam metode penulisan maupun dalam pembahasan materi. Hal tersebut dikarenakan keterbatasan kemampuan penulis, sehingga penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun mudah-mudahan dikemudian hari dapat memperbaiki segala kekurangannya.

Surabaya, Mei 2020

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
ABSTRAK .....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	2
1.5 Lingkup Penelitian.....	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	3
2.1 Tinjauan Umum.....	3
2.1.1    Pengertian Limbah Cair .....	3
2.1.2    Limbah Cair Batik.....	3
2.1.3    Baku Mutu Limbah Industri Batik .....	4
2.1.4    Teori Elektrokimia .....	6
2.1.5    Hukum Faraday .....	8
2.1.6    Hukum Ohm.....	9
2.1.7    Hukum Coloumb.....	10
2.1.8    Deret Volta .....	11
2.1.9    Elektrokoagulasi.....	12
2.1.10   Elektrolit.....	12

2.1.11	Plat Elektroda .....	13
2.1.12	Sinar UV .....	14
2.1.13	Elektrokoagulasi.....	15
2.1.14	AOPs Metode Fotokatalis TiO <sub>2</sub> .....	17
2.1.15	Metode Fotokatalis.....	18
2.1.16	Mekanika Fluida.....	19
2.1.17	Zat Warna Dalam Pembuatan Batik.....	21
2.2	Landasan Teori .....	24
2.2.1	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Elektrokoagulasi .....	24
2.2.2	Mekanisme Proses Elektrolisis .....	26
2.2.3	Faktor-faktor yang Mempengaruhi Fotokatalis .....	26
2.2.4	Hipotesis.....	28
2.3	Penelitian Terdahulu .....	30
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....</b>		<b>37</b>
3.1	Umum .....	37
3.2	Kerangka Penelitian.....	37
3.3	Bahan dan Alat .....	40
3.3.1	Bahan.....	40
3.3.2	Alat.....	40
3.4	Cara Kerja.....	40
3.4.1	Proses Persiapan Penelitian.....	40
3.4.2	Prosedur Penelitian.....	41
3.5	Variabel Penelitian.....	42
3.5.1	Variabel Tetap Elektrokoagulasi.....	42
3.5.2	Variabel Bebas Elektrokoagulasi .....	42



3.5.3	Variabel Tetap Fotokatalis .....	42
3.5.4	Variabel Bebas Fotokatalis .....	42
3.5.5	Desain Reaktor .....	43
3.6	Anlisis .....	45
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>46</b>
4.1	Hasil Penelitian .....	46
4.1.1	Proses Pengambilan Sampel .....	46
4.1.2	Penelitian awal .....	46
4.1.3	Hasil Uji Parameter Penelitian .....	47
4.2	Pembahasan .....	49
4.2.1	Pengaruh Rapat Arus dan kadar elektrolit pada proses Elektrokoagulasi terhadap penyisihan COD.....	49
4.2.2	Pengaruh Rapat Arus dan kadar elektrolit terhadap penyisihan TSS pada proses Elektrokoagulasi.....	52
4.2.3	Pengaruh Rapat Arus dan kadar elektrolit terhadap penyisihan Warna pada Proses Elektrokoagulasi.....	54
4.2.4	Pengaruh Rapat Arus dan kadar elektrolit pada proses Elektrokoagulasi terhadap penyisihan TDS.....	57
4.2.5	Pengaruh Rapat Arus dan kadar elektrolit terhadap penyisihan pH pada proses Elektrokoagulasi.....	60
4.2.6	Pengaruh kadar $H_2O_2$ Terhadap Penyisihan COD pada Proses Fotokatalis.....	62
4.2.7	Pengaruh kadar $H_2O_2$ Terhadap Penyisihan TSS pada Proses Fotokatalis.....	63
4.2.8	Pengaruh kadar $H_2O_2$ Terhadap Penyisihan Warna pada Proses Fotokatalis.....	65

4.2.9	Pengaruh kadar $H_2O_2$ Terhadap Penyisihan TDS pada Proses Fotokatalis.....	68
4.2.10	Pengaruh kadar $H_2O_2$ pada Proses Fotokatalis Terhadap pH.....	69
4.2.11	Pengaruh Proses Kontinu Dalam Penurunan COD.....	70
4.2.12	Pengaruh Proses Kontinu Dalam Penurunan TSS.....	72
4.2.13	Pengaruh Proses Kontinu Dalam Penurunan Warna.....	74
4.2.14	Pengaruh Proses Kontinu Dalam Penurunan TDS.....	76
4.2.15	Pengaruh Proses Kontinu Dalam Ph.....	77
4.3	Evaluasi Pengaruh Kombinasi Penambahan Elektrolit Dan AOP Pada Proses Elektrokoagulasi Dan Fotokatalis Terhadap Baku Mutu.....	78
4.4	Perbandingan Hasil Removal Sistem <i>Batch</i> dan Sistem Aliran Kontinyu ..	82
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....		87
5.1	Kesimpulan.....	87
5.2	Saran .....	87
DAFTAR PUSTAKA .....		88
LAMPIRAN A.....		93
LAMPIRAN GAMBAR .....		96

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Industri Tekstil .....	4
<b>Tabel 2. 2</b> Jenis Logam dan Warna Endapan .....	14
<b>Tabel 4. 1</b> Hasil Analisa Awal Air limbah Batik.....	46
<b>Tabel 4. 2</b> Pengaruh Kadar Elektrolit (g/L) dan Rapat Arus ( $A/cm^2$ ) Terhadap % Removal TSS, TDS, COD, pH dan Warna Proses Elektrokoagulasi.	48
<b>Tabel 4. 3</b> Pengaruh Konsentrasi H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> Terhadap % Removal TSS, TDS, COD,pH dan Warna Pada Proses Fotokalis .....	49
<b>Tabel 4. 4</b> Pengaruh Kombinasi Proses secara Kontinu Terhadap % Removal TSS, TDS, COD,pH dan Warna.....	49
<b>Tabel 4. 5</b> Hasil Penelitian dan Baku Mutu.....	79
<b>Tabel 4. 6</b> Tabel Perbandingan Antara Sistem Batch dan Kontinyu.....	83

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Sebuah Magnet yang Akan Bergerak Masuk pada Suatu Kumparan yang Telah Disambungkan dengan Galvanometer.....	8
<b>Gambar 2. 2</b> Grafik Hubungan antara Tegangan dengan Kuat Arus.....	10
<b>Gambar 2. 3</b> Interaksi Antar Partikel bermuatan.....	11
<b>Gambar 2. 4</b> Sel Volta .....	11
<b>Gambar 2. 5</b> Spektrum Ultraviolet .....	15
<b>Gambar 2. 6</b> Mekanisme fotokatalis.....	19
<b>Gambar 2. 7</b> Tekanan Fluida .....	20
<b>Gambar 2. 8</b> aliran laminar dan turbulen.....	21
<b>Gambar 2. 9</b> Struktur senyawa zat warna yang sering digunakan dalam industri tekstil dan batik.....	22
<b>Gambar 2. 10</b> Struktur molekul naphthol blue black.....	22
<b>Gambar 2. 11</b> Reaksi pembentukan garam natrium naflofat .....	23
<b>Gambar 2. 12</b> Reaksi pembentukan pewarna naphthol .....	23
<b>Gambar 2. 13</b> Pengendapan Flok Pada Proses Elektrokoagulasi .....	83
<b>Gambar 3. 1</b> Diagram Alir Penelitian.....	38
<b>Gambar 3. 2</b> Diagram Alir Proses .....	39
<b>Gambar 3. 3</b> Sketsa Reaktor Kontinyu Tampak Atas.....	44
<b>Gambar 4. 1</b> Hubungan Antara Kadar NaCl dan % Removal COD pada Berbagai Rapat Arus.....	50
<b>Gambar 4. 2</b> Hubungan Antara Kadar NaCl dan % Removal TSS pada Berbagai Rapat Arus.....	52
<b>Gambar 4. 3</b> Hubungan Antara Kadar NaCl dan % Removal Warna pada Berbagai Rapat Arus.....	55
<b>Gambar 4. 4</b> Hubungan Antara Kadar NaCl dan % Removal TDS pada Berbagai Rapat Arus.....	58
<b>Gambar 4. 5</b> Hubungan Antara Kadar NaCl dan Rapat Arus dengan pH .....	60
<b>Gambar 4. 6</b> Hubungan Antara konsentrasi H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> dengan % Removal COD .....	62
<b>Gambar 4. 7</b> Hubungan Antara konsentrasi H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> dengan % Removal TSS.....	64

<b>Gambar 4. 8</b> Hubungan Antara konsentrasi $H_2O_2$ dengan % Removal Warna ...	66
<b>Gambar 4. 9</b> Hubungan Antara konsentrasi $H_2O_2$ dengan % Removal TDS .....	68
<b>Gambar 4. 10</b> Hubungan Antara konsentrasi $H_2O_2$ dengan pH.....	70
<b>Gambar 4. 11</b> Hubungan antara waktu sampling (menit) dengan penyisihan COD(%) pada proses kombinasi secara kontinu.....	71
<b>Gambar 4. 12</b> Hubungan antara penyisihanTSS (%) dengan waktu sampling (menit) pada proses kombinasi secara kontinu .....	73
<b>Gambar 4. 13</b> Hubungan antara penyisihan warna (%) dengan waktu sampling (menit) pada proses kombinasi secara kontinu .....	74
<b>Gambar 4. 14</b> Hubungan antara penyisihan TDS (%) dengan waktu sampling (menit) pada proses kombinasi secara kontinu .....	76
<b>Gambar 4. 15</b> Hubungan antara pH dengan waktu sampling (menit) pada proses kombinasi secara kontinu .....	77
<b>Gambar 4. 16</b> Pengendapan Flok Pada Proses Elektrokoagulasi .....	83

## ABSTRAK

Air limbah dari proses industri batik yang menggunakan senyawa naftol umumnya mengandung polutan organik yang sukar terurai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi pengolahan limbah batik dengan metode kombinasi penambahan elektrolit dan AOP pada proses elektrokoagulasi dan fotokatalis berdasarkan rapat arus, konsentrasi elektrolit dan konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Parameter yang diamati meliputi COD, TSS, warna, TDS dan pH. Pada penelitian *batch* yang dilakukan dengan 5 liter air limbah ditetapkan variabel rapat arus (A/cm<sup>2</sup>) dan konsentrasi elektrolit NaCl (gr/L) pada elektrokoagulasi dan konsentrasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% (mg/L) sebagai variabel peubah fotokatalis. Selain secara *batch*, penelitian ini juga dilakukan percobaan secara kontinyu dengan variabel terbaik dari proses *batch*. Efisiensi persentase penurunan COD, TSS, warna, TDS dan pH pada limbah menggunakan kombinasi elektrokoagulasi dan fotokatalis masing-masing sebesar 87,8%, 84,01% ,94,07%, 32,9% dan pH 7,3 pada waktu kontak 120 menit.