

SKRIPSI

PENURUNAN TSS DAN COD PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI SABLON MENGUNAKAN ELEKTROKOAGULASI KONFIGURASI BIPOLAR ALIRAN KONTINYU

**(Studi Kasus: Limbah Industri Sablon " Roemah Cetak "
Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang)**



Oleh :

NURUL HIDAYAT 08.26.018

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2013**

1952

1952

INDIAN RESERVE ACT
NORTH WEST TERRITORIES
INDIAN RESERVE ACT

INDIAN RESERVE ACT

1952

INDIAN RESERVE ACT
NORTH WEST TERRITORIES

INDIAN RESERVE ACT

INDIAN RESERVE ACT
NORTH WEST TERRITORIES

INDIAN RESERVE ACT

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PENURUNAN TSS DAN COD PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI SABLON
MENGUNAKAN ELEKTROKOAGULASI KONFIGURASI BIPOLAR
ALIRAN KONTINYU**

**(Studi kasus : Limbah Industri Sablon "Roemah Cetak"
di Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang)**

Oleh :

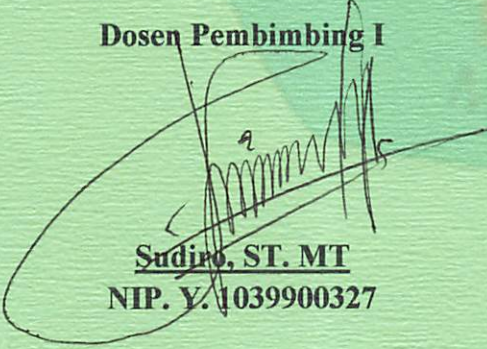
Nurul Hidayat

08.26.018

Menyetujui

Tim Pembimbing

Dosen Pembimbing I


Sudiro, ST. MT
NIP. Y. 1039900327

Dosen Pembimbing II


Evy Hendriarianti, ST. MMT
NIP. Y. 1030300382

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Lingkungan




Candra Dwi Ratna, ST. MT
NIP. Y. 1030000349



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

T. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 41 7636 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

NAMA : NURUL HIDAYAT

NIM : 0826018

JURUSAN : TEKNIK LINGKUNGAN

JUDUL : PENURUNAN TSS DAN COD DENGAN ELEKTROKOAGULASI
KONFIGURASI BIPOLAR ALIRAN KONTINYU PADA AIR LIMBAH
INDUSTRI SABLON (Studi kasus : Industri "Roemah Cetak" di kec.
Wagir, Kab. Malang)

Dipertahankan di hadapan Tim penguji Ujian Skripsi jenjang Program Strata Satu (S-1)

Pada Hari : Sabtu

Tanggal : 3 Agustus 2013

Dengan Nilai : **B⁺** (71,93)

PANITIA UJIAN SKRIPSI

KETUA

Candra Dwi Ratna, ST. MT
NIP. Y. 1030000349

SEKRETARIS

Evy Hendrianti, ST. MMT
NIP. Y. 1030300382

ANGGOTA PENGUJI

PENGUJI I

Anis Artiyani, ST. MT
NIP. P. 103030084

PENGUJI II

Candra Dwi Ratna, ST. MT
NIP. Y. 1030000349

Hidayat, Nurul, Sudiro, Hendrianti Evy 2013. "Penurunan TSS dan COD dengan Elektrokoagulasi konfigurasi Bipolar Aliran Kontinyu" (Studi Kasus : Industri Sablon "Roemah Cetak" Di Kecamatan Wagir, Kab. Malang).. Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang.

ABSTRAKSI

Semakin pesatnya industri sablon menyebabkan semakin banyak juga polutan yang mencemari sungai. Kandungan limbah cair sablon yang banyak mengandung zat warna, COD, TSS maupun zat lainnya, sehingga perlu dilakukan suatu pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang kesungai. Salah satu teknik pengolahan limbah cair industri yaitu dengan metode elektrokoagulasi bipolar aliran kontinyu. Elektrokoagulasi merupakan metode pengolahan air secara elektrokimia dimana pada anoda terjadi pelepasan koagulan aktif berupa ion logam (biasanya aluminium atau besi) kedalam larutan, sedangkan pada katoda terjadi reaksi elektrolisis berupa pelepasan gas hidrogen (Holt, Barton, Michell., 2002)

Penelitian ini digunakan metode elektrokoagulasi konfigurasi bipolar aliran kontinyu dalam pengolahan limbah cair industri sablon "Roemah Cetak ". Dengan menggunakan tegangan elektrolisis 10 volt, kuat arus 4 ampere, pengadukan cepat sebesar 200 rpm dan pengadukan lambat sebesar 40 rpm dan menggunakan 5 buah elektroda aluminium dengan jarak antar elektroda (0,5cm, 1,5 cm dan 2,5 cm) , waktu operasi (90 menit, 135 menit dan 180 menit),

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi COD terbesar pada elektrokoagulasi konfigurasi bipolar aliran kontinyu dengan jarak elektroda 2,5 cm, waktu operasi 180 menit yaitu 70,54 % dan konsentrasi akhir COD sebesar 200 mg/l. Penurunan TSS terbesar pada jarak elektroda 2,5 cm, waktu operasi 180 menit yaitu 82,35% dan konsentrasi akhir TSS sebesar 63 mg/l. Hasil konsentrasi akhir COD dan TSS belum memenuhi standart baku mutu berdasarkan SKGUB Jatim No. 45 Tahun 2002.

Kata kunci: COD, TSS, Elektrokoagulasi Bipolar, limbah Sablon, Kontinyu

Hidayat, Nurul, Sudiro, Hendriarianti Evy 2013. "The decline in TSS and COD with Continuous Flow Electrocoagulation Bipolar configuration" (Case Study: Industrial Sablon "Roemah Cetak" In District Wagir, Kab. Malang) .. Thesis Department of Environmental Engineering National Institute of Technology Malang.

ABSTRACT

The rapid printing industry also led to a growing number of pollutants that contaminate the river. Because the content of liquid waste that contains man screen printing color, COD, TSS and other substances. So we need some processing before it is disposed into the river. One technique that industrial wastewater treatment with bipolar electrocoagulation method of continuous flow. Electrocoagulation is an electrochemical method of treating water at the anode where the release of the active form of the metal ion coagulants (usually aluminum or iron) into the solution, while the cathode electrolysis reaction occurs in the form of the release of hydrogen gas (Holt, Barton, Michell., 2002)

In this study the method used continuous flow electrocoagulation bipolar configuration in the screen printing industry wastewater treatment "Roemah Cetak". By using electrolysis voltage of 10 volts, 4 amps current strong, fast stirring speed of 200 rpm and slow stirring at 40 rpm and using 5 pieces of aluminum electrodes with inter-electrode spacing (0.5 cm, 1.5 cm and 2.5 cm), operating time (90 minutes, 135 minutes and 180 minutes),

The results showed that the largest decrease in COD concentration in a continuous flow electrocoagulation bipolar configuration with an electrode distance of 2.5 time 180 minutes is 70.54% and the final concentration of 200 mg COD / l. TSS biggest decline at a distance of 2.5 cm electrode 180 minutes time is 82.35% and the final concentration of TSS at 63 mg / l. Final results of COD and TSS concentrations do not meet quality standards based on the standard Java SKGUB No.. 45 of 2002.

Keywords: COD, TSS, Bipolar Electrocoagulation, waste Sablon, Continuous

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Kehadirat Tuhan, penyusun dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Penurunan TSS dan COD pada Limbah Cair Industri Sablon Menggunakan Elektrokoagulasi Konfigurasi Bipolar Aliran Kontinyu”**.

Skripsi ini disusun setelah melalui proses penelitian, analisa data dan pembahasan. Dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Sudiro, ST. MT., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
2. Ibu Evy Hendriarianti, ST. MMT., dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, masukan dan saran demi kesempurnaan laporan skripsi ini.
3. Dosen-dosen pengajar dan staf Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
4. Bapak Yuli sebagai pemilik *“Roemah Cetak”* yang telah memberikan izin pengambilan limbah sablon.
5. Teman-teman Teknik Lingkungan seperjuangan Angkatan 2008 dan rekan-rekan mahasiswa yang telah membantu dalam penyusunan laporan skripsi ini.

Kesadaran akan masih banyaknya kekurangan atas laporan ini, membuat penyusun berharap akan adanya masukan dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat.

Malang, Agustus 2013

Penyusun



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN

ABSTRAKSI

ABSTRACT

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR RUMUS	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Industri Limbah Sablon	5
2.2 Kualitas dan Kuantitas Limbah Sablon.....	9
2.3 Mekanisme Pengolahan Limbah Cair	13
2.3.1 Pengolahan secara Fisik.....	13
2.3.2 Pengolahan Secara Biologi.....	13
2.3.3 Pengolahan Secara Kimia	14
2.4 Pengolahan Limbah Industri Sablon.....	14
2.4.1 Elektrokoagulasi.....	14
2.4.2 Mekanisme dalam Elektrokoagulasi	18
2.4.3 Reaktor Elektrokoagulasi Bipolar	20

2.5	Metode Pengolahan Data	21
2.5.1	Statistik deskriptif dan Inferensi	21
2.5.2	Analisa Korelasi	22
2.5.3	Analisa Regresi	23
2.5.4	Uji Keseragaman Data.....	23
2.5.5	Pengantar Desain Eksperimen.....	25
2.5.5.1	Langkah-langkah dalam Desain Eksperimen.....	25
2.5.5.2	Analisis of Variance.....	26
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1	Ide Studi	27
3.2	Studi Literatur	27
3.3	Jenis Penelitian.....	27
3.4	Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.5	Parameter Tinjauan	27
3.6	Variabel Penelitian.....	28
3.7	Peralatan dan bahan Penelitian	29
3.7.1	Peralatan Penelitian	29
3.7.2	Bahan.....	30
3.8	Pelaksanaan Penelitian	32
3.9	Analisa Data.....	33
3.10	Kerangka Penelitian.....	34
BAB IV	ANALISA DATA dan PEMBAHASAN.....	35
4.1	Karakteristik limbah cair sebelum pengolahan.....	35
4.2	Karakteristik Limbah cair setelah Pengolahan	35
4.2.1	Parameter TSS.....	38
4.2.2	Parameter COD.....	40
4.3	Analisis Deskriptif	41
4.3.1	Analisis Deskriptif Total Suspended Solid (TSS)	41
4.3.2	Analisis Deskriptif COD	42
4.4	Analisa Statistik	43

4.4.1	Analisa Korelasi.....	43
4.4.1.1	Analisis Korelasi Persentase Penyisihan TSS Dengan Waktu Operasi Dan Variasi jarak Elektroda.....	44
4.4.1.2	Analisis Korelasi Persentase Penyisihan COD Dengan Waktu Operasi Dan Variasi jarak Elektroda.....	45
4.4.2	Analisa Regresi.....	46
4.4.2.1	Analisis Regresi Persentase Penyisihan TSS Dengan Waktu Operasi Dan Variasi jarak Elektroda.....	47
4.4.2.2	Analisis Regresi Persentase Penyisihan COD Dengan Waktu Operasi Dan Variasi jarak Elektroda.....	49
4.4.3	Analisa Anova.....	51
4.4.3.1	Analisis Anova Persentase Penyisihan TSS Dengan Waktu Operasi Dan Variasi jarak Elektroda.....	51
4.4.3.2	Analisis Anova Persentase Penyisihan COD Dengan Waktu Operasi Dan Variasi jarak Elektroda.....	53
4.5	Pembahasan.....	
4.5.1.	Pengaruh variasi Jarak Elektroda dan waktu operasi Terhadap Penyisihan Konsentrasi COD	54
4.5.2	Pengaruh variasi Jarak Elektroda dan waktu operasi Terhadap Penyisihan Konsentrasi TSS.....	57
BAB V.	PENUTUP.....	60
5.1	Kesimpulan	60
5.2	Saran	60

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Zat Padat.....	11
Gambar 2.2 Diagram Venn.....	15
Gambar 2.3 Diagram Alir IPAL konvensional dan unit dapat digantikan elektrokoagulasi.....	16
Gambar 2.4 Mekanisme dalam elektrokoagulasi.....	19
Gambar 2.5 Reaktor elektroda dengan konfigurasi bipolar.....	20
Gambar 2.6 Skema reaktor elektrokoagulasi.....	21
Gambar 3.1 Tong Penampung Limbah Sablon.....	31
Gambar 3.2 Reaktor Elektrokoagulasi Konfigurasi Bipolar Aliran Kontinyu	31
Gambar 3.3 Kerangka Penelitian.....	34
Gambar 4.1 Grafik Presentase Penyisihan TSS setelah Pengolahan	41
Gambar 4.2 Grafik Presentase Penyisihan COD setelah Pengolahan.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis Cat Yang Digunakan Dalam Proses Sablon.....	7
Tabel 2.2 Teknik Pencampuran Cat Untuk Proses Pewarnaan.....	8
Tabel 2.3 Perbandingan Konsentrasi limbah Sablon Dengan Baku Mutu.....	9
Tabel 4.1 Nilai Konsentrasi Limbah Sablon sebelum Proses Pengolahan	35
Tabel 4.2 Nilai Konsentrasi TSS Limbah Sablon setelah Pengolahan	37
Tabel 4.3 Nilai Konsentrasi COD Limbah Sablon setelah Pengolahan.....	38
Tabel 4.4 Nilai Presentase Penyisihan Kandungan TSS setelah Pengolahan.....	39
Tabel 4.5 Nilai Presentase Penyisihan Kandungan COD setelah Pengolahan	40
Tabel 4.6 Analisa Korelasi antara % Penyisihan TSS dengan Waktu Operasi dan Jarak elektroda.....	44
Tabel 4.7 Analisa Korelasi antara % Penyisihan COD dengan Waktu Operasi dan Jarak Elektroda.....	45
Tabel 4.8 Analisa Regresi antara % Penyisihan TSS dengan Waktu Operasi dan Jarak Elektroda.....	47
Tabel 4.9 Analisa Regresi antara % Penyisihan COD dengan Waktu Operasi dan Jarak Elektroda.....	49
Tabel 4.10 Uji Anova % Penyisihan TSS terhadap Variasi Jarak dan Waktu.....	51
Tabel 4.11 Uji Anova % Penyisihan COD terhadap Variasi Jarak dan Waktu.....	53

DAFTAR RUMUS

Persamaan 2.1 Rata rata sub group.....	24
Persamaan 2.2 Rata rata keseluruhan.....	24
Persamaan 2.3 Standart deviasi.....	24
Persamaan 2.4 Standart deviasi dari distribusi rata rata sub group	25
Persamaan 2.5 Batas batas kendali	25

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Cetak sablon merupakan proses stensial untuk memindahkan suatu citra ke atas berbagai jenis atau bahan cetak seperti kertas, kain, plastik dan kaca. Teknik ini banyak diterapkan dalam berbagai sektor kehidupan manusia. Walaupun dalam realisasinya teknik cetak sablon hanya bagian dari wirausaha perumahan (Indocamp). Hasil limbah produksi yang dibuang tanpa pengolahan dan tidak ditangani dengan baik akan mencemari lingkungan sekitar, Karena hampir setiap zat kimia yang di pakai dalam proses penyablonan akan menghasilkan limbah dari yang bersifat ringan sampai berat (B3). Limbah tersebut bisa berasal dari zat warna tekstil yang dipakai atau sisa zat warna yang tidak terpakai, zat – zat pembantu, dan limbah saat proses pencucian alat zat tersebut dapat mengganggu kesehatan manusia, binatang maupun tumbuhan. Zat warna yang banyak mengandung timbal maupun merkuri bila terkena kulit dalam jangka waktu yang lama akan mengakibatkan alergi pada kulit. Serta banyaknya zat pencemar yang ada pada air limbah, akan menyebabkan kadar oksigen yang terlarut dalam air akan menurun, Hal ini akan mengakibatkan ekosistem biota dalam perairan akan mati.

Limbah sablon terdiri dari limbah padat maupun limbah cair, limbah padat berasal dari kaleng bekas cat dan master gambar yang berupa kertas, sedangkan limbah cair berasal dari pencucian alat maupun pencucian screen. Limbah cair sablon mengandung COD sebesar 2870 mg/L, BOD sebesar 727,0 mg/L, TSS sebesar 289,0 mg/L, warna 65 Pt.Co, (Hasil analisa Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta 1, pada tanggal 27 Agustus 2012)

Mengatasi permasalahan limbah cair sablon diatas diperlukan pengolahan limbah yang inovasi, dan efektif sebelum limbah tersebut dibuang ke lingkungan, maka diperlukan suatu metode pengolahan menggunakan elektrokoagulasi. Elektrokoagulasi merupakan metode pengolahan air secara elektrokimia dimana pada anoda terjadi pelepasan koagulan aktif berupa ion logam (biasanya

aluminium atau besi) kedalam larutan, sedangkan pada katoda terjadi reaksi elektrolisis berupa pelepasan gas hidrogen (Holt, Barton, Michell., 2004). Pada proses elektrokoagulasi akan terjadi pelepasan Al^{3+} dari pelat anoda sehingga membentuk flok $Al(OH)_3$ yang mampu mengikat zat organik yang merupakan partikel koloid bermuatan negatif (-).

Metode elektrokoagulasi dapat digunakan untuk mengolah limbah sablon Penelitian ini akan digunakan elektrokoagulasi bipolar Elektrokoagulasi Bipolar adalah proses elektrokoagulasi dimana hanya satu elektroda yang dihubungkan dengan kutub positif (anoda) dan satu elektroda dihubungkan dengan dengan kutub negatif (katoda). Rangkaian seperti ini membuat reaktor elektrokoagulasi menjadi lebih sederhana dan mudah dalam perawatannya (Mollah, et.al, 2004).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengurangi beban pencemaran pada beberapa limbah dengan metode elektrokoagulasi dengan variasi-variasi seperti waktu operasi, rapat arus, dan turbiditas sesuai standar yang ditentukan. Variabel atau variasi yang paling efektif dari penelitian sebelumnya mendasari penelitian ini. Dalam penelitian Bambang Mining (2010) variabel yang digunakan dalam limbah cair tekstil dengan metode elektrokoagulasi antara lain arus elektrolis 30 ampere dan daya 24 volt, Variasi waktu 10,15,20,25, dan 30 menit serta variasi susunan pelat anoda dan katoda; 6 plat Al –Al, 4 plat Al-Al dan 2 plat Al-2 plat baja. Variabel yang paling efektif yaitu pada 6 plat Al-Al yaitu mempunyai penurunan TSS yang signifikan rata-rata sebesar 76,27% dan semakin naik pada menit 30 mencapai 80%. Kekeruhan mempunyai penurunannya rata-rata mencapai 90,18%, semakin menurun pada menit 30 yaitu 96,36%. Kadar COD mempunyai penurunan rata-rata 77,03 dan penurunan tertinggi pada menit 25 sebesar 79,69%. Kadar BOD mempunyai penurunan rata rata 77,23% dan penurunan tertinggi pada menit 25 yaitu 79,87%. Berdasarkan penelitian diatas hasil terbaik dengan menggunakan 6 plat Al-Al pada menit 25 penurunan TSS 76,27 % dan COD sebesar 79,69%

Penelitian Widya pangesti (2009) variabel yang digunakan dalam industri limbah batik jumlah lempeng besi (5,6,7 lempeng) dalam metode elektrokoagulasi mengalami penurunan BOD, COD dan TSS yang signifikan dengan rata rata

penurunan sebelum perlakuan BOD 202,9 mg/l, COD 416,22 mg/l, dan TSS 438,66 mg/l. Setelah perlakuan BOD (5 lempeng, 6 lempeng dan 7 lempeng) sebesar 112,7 mg/l, 91,3 mg/l dan 74,3 mg/l. COD (5,6,7 lempeng) sebesar 187,11 mg/l, 164,44 mg/l dan 146,22 mg/l. Presentase tertinggi pada BOD mencapai 63,28%, COD 64,8% dan TSS 63,3% terjadi pada lempeng ke 7 menit ke 60, kuat arus 12 volt. Berdasarkan penelitian diatas penurunan paling efektif terjadi pada lempeng ke 7 yaitu TSS sebesar 63,3 % dan COD 146,22 mg/l

Berdasarkan dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan, maka akan direncanakan penelitian dengan menggunakan variabel atau variasi yang paling efektif dalam pengolahan limbah. Pada penelitian sebelumnya tidak ada variasi jarak. Maka dalam penelitian ini diambil ide gagasan adanya variasi jarak untuk mengefektifkan penurunan kandungan COD dan TSS pada limbah Sablon. Besarnya jarak antar elektroda mempengaruhi besarnya hambatan elektrolit. Semakin besar jaraknya semakin besar hambatannya, sehingga semakin kecil arus yang mengalir (Putero, S. H *et al*, 2008). Jika arus kecil mengakibatkan elektroda aluminium yang luruh sedikit dan pembentukan flok yang mengikat kontaminan atau polutan sedikit juga (Holt, 2001). Penelitian ini direncanakan menggunakan elektroda aluminium sebanyak 5 dengan variasi jarak 0,5 cm, 1,5 cm, dan 2,5 cm serta memperlama waktu operasi selama 180 menit. Pada penelitian (Sandy 2005) presentase penyisihan COD pada jarak 0,5 sebesar 72,35%. Dan presentase penyisihan TSS pada jarak 0,5 sebesar 81,73%

1.2. Rumusan Masalah

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode elektrokoagulasi konfigurasi bipolar dan masalah yang dirumuskan :

1. Seberapa besar tingkat penurunan konsentrasi COD dan TSS dengan menggunakan elektrokoagulasi bipolar aliran kontinyu.
2. Bagaimana pengaruh jarak antar elektroda dalam penurunan COD dan TSS pada limbah cair industri sablon.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui tingkat penurunan konsentrasi COD dan TSS dalam limbah cair industri sablon dengan menggunakan elektrokoagulasi bipolar aliran kontinyu.
2. Untuk mengetahui pengaruh jarak antar elektroda pada proses pengadukan dalam efisiensi penurunan COD dan TSS pada limbah cair industri sablon

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian pengolahan limbah cair industri sablon dengan elektrokoagulasi bipolar adalah metode ini dapat dijadikan teknologi alternatif yang efisien, ekonomis dan aplikatif dalam pengolahan limbah cair.

1.5. Ruang Lingkup

1. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium
2. Sampel limbah yang digunakan adalah limbah cair industri sablon di Wagir Kabupaten Malang
3. Parameter yang dianalisis adalah TSS dan COD
4. Elektrokoagulasi menggunakan konfigurasi bipolar dengan aliran kontinyu.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Industri Limbah Sablon

Cetak sablon merupakan proses stensial untuk memindahkan suatu citra ke atas berbagai jenis media atau bahan cetak seperti : kertas, kayu, metal, kaca, kain, plastik, kulit dan lain-lain. Teknik penyablonan terdiri dari 5 langkah yaitu : (tim indocamp, 2010)

1. Membuat master Gambar

Langkah pertama dalam teknik sablon adalah membuat master gambar atau tulisan yang akan dicetak pada obyek sablon. Gambar atau tulisan dapat dibuat secara manual dengan gambar tangan. Namun, akan lebih baik jika dibuat dengan bantuan computer yakni dengan menggunakan program desai seperti coreldraw, Adobe Photoshop, Adobe Indesign dan Adobe illustrator.

Kemudian, gambar yang sudah dibuat di komputer dicetak pada kertas putih atau kertas kalkir dengan menggunakan tinta hitam. Hasil cetakan gambar itulah yang disebut master gambar yang akan dipindahkan ke screen untuk membuat film afdruk.

2. Mengafdruk Screen

Mengafdruk secreen adalah memindahkan gambar master ke screen. Screen yang akan diafdruk harus screen yang masih polos dan kering. Pada proses ini kita akan melakukan 3 tahap yaitu :

a. Pemberian obat afdruk pada screen

Ttahap pemberian obat, alat0alat yang kita butuhkan antara lain berupa:

- Screen
- Obat afdruk (merk di pasaran : ulano 569 ataupun Bremol RN-200)
- Hair dryer
- Alat perata screen

Berikut proses pemberian obat afdruk pada screen:

- Pertama, kita siapkan obat afdruk dengan cara mencampur **cairan** merah dan putih (dosis sesuai anjuran di kotak produksinya)
- Kedua, setelah obat tersebut tercampur dengan rata tuangkan **sedikit** demi sedikit pada screen dan ratakan setipis-tipisnya.
- Ketiga, screen tersebut dikeringkan dengan menggunakan **Hair Dryer** atau kipas angin atau boleh juga sekedar diangin-anginkan di ruang tertutup. Saat proses pengeringan, screen ini tidak **boleh** terkena sinar matahari, untuk itu harus dilakukan di ruang tertutup.

b. Penyinaran screen

Setelah screen kering kemudian kita memasuki tahap penyinaran screen. Pada tahap ini kita membutuhkan alat-alat antara lain berupa

- Kaca
- Master gambar yang sudah tercetak pada kertas
- Screen
- Kain dengan warna hitam
- Busa screen (seukuran bagian dalam bingkai screen)
- Papan

Berikut cara penyinaran screen :

- Pertama, kita ambil papan terlebih dahulu untuk tatakan,
- Kedua, letakkan busa di atas papan kemudian letakkan kain **warna** hitam di atas busa tersebut. Lalu kita ambil screen yang telah kita siapkan (sudah olesi obat afdruk dan sudah dikeringkan).
- Ketiga, letakkan screen di atas kain berwarna hitam.
- Keempat, kita ambil master gambar kemudian tempelkanlah **master** gambar di atas screen, posisi kertas yang tercetak gambar menempel pada screen dengan posisi terbalik. Sebelum gambar tersebut kita tempel di screen terlebih dahulu kita olesi dengan minyak **goring**, hal ini dilakukan agar kertas pada gambar akan tembus sinar.
- Kelima, letakkan kaca di atas screen yang sudah ada kertas **master** gambarnya. Untuk lebih jelasnya urutan alat-alat pada **saat**

penyinaan screen dari bawah ke atas adalah : papan, busa screen, kain berwarna hitam, screen, master gambar, dan kaca.

- Keenam, setelah peralatan disusun sesuai dengan tempatnya kemudian kita sinari screen dengan sinar matahari. Waktu yang dibutuhkan untuk penyinaran adalah antara 3 sampai 5 detik, jika terlalu lama atau kurang lama dalam penyinaran maka pembuatan film afdruk gagal.

c. Pencucian obat pada screen

Setelah screen kita sinari, kemudian pisahkan screen dari peralatan yang lain. Selanjutnya screen tersebut harus kita siram atau semprot dengan air untuk menampilkan efek master gambar pada screen sekaligus membersihkan berkas-berkas obat. Untuk mencuci screen ini kita membutuhkan alat penyemprot, alat ini digunakan untuk membersihkan obat yang tertisa di sela-sela gambar yang terdapat pada screen. Setelah itu, screen dikeringkan dengan hair dryer ataupun dijemur di terik matahari.

3. Mempersiapkan Cat

Cat yang digunakan untuk menyablon antara lain sebagai berikut

No	Jenis / Merk Cat	Pengencer	Fungsi
1	Epi, Sericol, Royal, SSI Cout	M3 / Fujisol	Untuk menyablon kertas, kulit, seng, dll
2	Polymate, Polytuff, Fine Ink, Royalmate, Royaltuf	M4 / Terpene	Untuk menyablon plastic
3	Extender, Pasta White, Pasta Rubber	Binder	Untuk menyablon kain

Table 2.1. Jenis Cat yang digunakan dalam proses sablon

Untuk membuat berbagai macam warna, Cukup membeli 4 macam warna saja, yaitu merah, kuning, biru dan hitam. Dari kelima macam warna tersebut anda dapat mengoplosnya menjadi berbagai macam warna sesuai dengan kebutuhan. berikut ini adalah pedoman pengoplosan warna :

No	Warna	Campur	Hasil
1	Hitam	Putih	Abu-abu
2	Biru	Putih	Biru Muda
3	Merah	Putih	Pink
4	Merah	Kuning	Orange
5	Merah	Biru	Ungu/violet
6	Hitam	Merah	Coklat
7	Biru	Kuning	Hijau

Table 2.2. Teknik Percampuran Cat untuk Proses pewarnaan

4. Menyablon

Proses menyablon dapat dilakukan setelah screen serta cat siap pakai serta obyek (kertas, kain, plastik, dan sebagainya) yang akan disablon juga sudah ada.

Langkah pertama untuk memulai menyablon adalah memasang screen yang sudah siap pakai pada engsel pengunci yang ada di meja. Kemudian siapkan obyek, misalnya kain, yang akan disablon dan letakkan pada tempatnya, selanjutnya obyek ditindih dengan screen. Setelah itu, tuangkan cat ke dalam screen yang telah ditindihkan di atas obyek. Selanjutnya, ratakan cat dengan alat bantu rakel. Cara meratakan cat dapat dilakukan dengan metode tekan-dorong rakel. Yakni tekan rakel ke bawah sambil dorong ke depan dan ke belakang agar cat sablon dapat menembus kain screen dan tercetak di obyek yang disablon. Sekarang angkatlah screen, Anda dapat melihat hasil karya anda pada obyek yang anda sablon. Setelah itu keringkan obyek, Dan ulangi teknik menyablon tersebut sesuai dengan jumlah obyek yang anda sablon.

5. Menghapus screen

Proses menghapus screen diperlukan jika ingin memakai screen secara berulang ulang dengan gambar yang berbeda-beda. Screen yang sudah bersih kembali nantinya dapat digunakan untuk membuat film afdruck dengan gambar yang berbeda.

Langkah-langkah menghapus screen adalah bersihkan screen dari sisa cat. Hapus bekas noda cat dengan kain lap yang dibasahi dengan minyak pengencer cat (cairan M3 atau M4). Kemudian, basahi screen dengan air lalu cuci dengan air sabun dan bilas sampai bersih. Lalu tuang dan ratakan obat pencuci screen pada screen secara merata, gosok dengan menggunakan kain spon, bilas dan keringkan dengan dijemur di sinar matahari.

2.2 Kualitas dan Kwantitas Limbah Sablon

Limbah sablon terdiri dari limbah padat maupun limbah cair, limbah padat berasal dari kaleng bekas cat dan master gambar yang berupa kertas, sedangkan limbah cair berasal dari pencucian alat maupun pencucian screen. Adapun perbandingan hasil analisa awal terhadap kualitas air limbah industri sablon dengan baku mutu air limbah sablon dapat dilihat pada tabel 2.3 dibawah ini :

PARAMETER	KONSENTRASI	BAKU MUTU (SKGUB JATIM
	AWAL	NO. 45 TAHUN 2002)
PH	5,7	6 – 9
COD	2870 mg/l	150 mg/l
BOD	727,0 mg/l	50 mg/l
TSS	290,0 mg/l	50 mg/l
WARNA	65,05 Pt.Co	1 Pt.Co

Tabel. 2.3 Perbandingan Konsentrasi Limbah Sablon Terhadap Baku Mutu SK.GUB JATIM NO.45 2002

a. *Biological Oxygen Demand (BOD)*

Biological Oxygen Demand (BOD) atau kebutuhan oksigen biologis adalah suatu analisis empiris yang mencoba mendekati secara global proses-proses mikrobiologis yang benar-benar terjadi di dalam air. Angka BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan (mengoksidasikan) hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat-zat organik yang tersuspensi dalam air.

Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran akibat air buangan penduduk atau industri, dan untuk mendesain sistem-sistem pengolahan biologis bagi air yang tercemar tersebut. Penguraian zat organik adalah peristiwa alamiah; kalau sesuatu badan air dicemari oleh zat organik, bakteri dapat menghabiskan oksigen terlarut, dalam air selama proses oksidasi tersebut yang bisa mengakibatkan kematian ikan-ikan dalam air dan keadaan menjadi anaerobik dan dapat menimbulkan bau busuk pada air tersebut (Alaerts dan Santika, 1987).

b. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan atau mengoksidasi bahan organik secara kimia.

Ketuntutan tes COD dibandingkan tes BOD (Alaerts dan Santika, 1987) :

- Analisis COD hanya memakan waktu kurang lebih 3 jam, sedangkan analisis BOD₅ memerlukan 5 hari
- Menganalisa COD antara 50 sampai 800 mg/l, tidak dibutuhkan pengenceran sampel sedang pada umumnya analisis BOD selalu membutuhkan pengenceran.
- Ketelitian dan ketepatan (reproducibility) tes COD adalah 2 sampai 3 kali lebih tinggi dari tes BOD
- Gangguan dari zat yang bersifat racun terhadap mikroorganisme pada tes BOD, tidak menjadi soal pada tes COD.

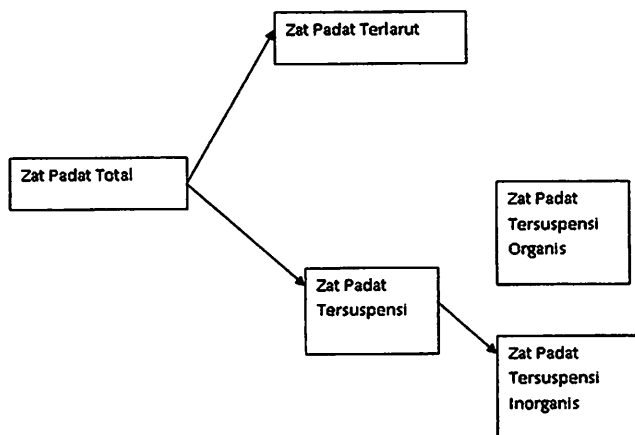
Kekurangan tes COD hanya merupakan suatu analisis yang menggunakan suatu reaksi oksidasi kimia yang menirukan oksidasi biologis (yang sebenarnya

terjadi di alam), sehingga merupakan suatu pendekatan saja. Karena hal tersebut maka tes COD tidak dapat membedakan antara zat-zat yang sebenarnya tidak teroksidasi (inert) dan zat-zat yang teroksidasi secara biologis.

c. Total Suspended Solid (TSS)

Menurut Alaerts dan Santika (1987), dalam air alam ditemui dua kelompok zat, yaitu zat terlarut seperti garam dan molekul organis, dan zat padat tersuspensi dan koloidal seperti tanah liat dan kwarts. Perbedaan pokok antara kedua kelompok zat ini ditentukan melalui ukuran/diameter partikel-partikel tersebut.

Pengertian zat padat total adalah semua zat-zat yang tersisa sebagai residu dalam suatu bejana, bila sampel air dalam bejana tersebut dikeringkan pada suhu tertentu. Zat padat total terdiri dari zat padat terlarut dan zat padat tersuspensi yang dapat bersifat organis dan inorganis seperti dijelaskan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Skema Zat Padat (Sumber : Alaerts dan Santika, 1987)

d. . pH

pH selalu menunjukkan kadar asam atau basa dalam suatu larutan, melalui konsentrasi (sebetulnya aktivitas) ion hidrogen⁺. Ion hidrogen merupakan faktor untuk mengerti reaksi kimiawi dalam ilmu teknik penyehatan karena (Sumber : Alaerts dan Santika, 1987) :

- H^+ selalu ada dalam keseimbangan dinamis dengan air/ H_2O , yang membentuk suasana untuk reaksi kimiawi yang berkaitan dengan masalah pencemaran air dimana sumber ion hidrogen tidak pernah habis.
- H^+ tidak hanya merupakan unsur molekul H_2O saja tetapi juga merupakan unsur banyak senyawa lain, hingga jumlah reaksi tanpa H^+ dapat dikatakan hanya sedikit saja.

Lewat aspek kimiawi, suasana air juga mempengaruhi beberapa hal lain, misalnya kehidupan biologi dan mikrobiologi. Peranan ion hidrogen tidak penting kalau zat pelarut bukan air melainkan molekul organik seperti alkohol, bensin (hidrokarbon) dan lain-lain.

e. Produksi Limbah Sablon

Limbah yang dihasilkan percetakan sablon terdiri dari limbah padat dan limbah cair. Limbah padat berupa kaleng cat, potongan screen, plastik maupun kain, Limbah cair berupa cucian screen. Limbah cair yang dihasilkan di rumah cetak sebanyak 75 liter per hari. Limbah tersebut dihasilkan dari proses pencucian screen. Limbah sablon tersebut kemudian dibuang ke sungai belakang rumah produksi.

f. Dampak limbah Cair Industri Sablon

Limbah cair industri sablon yang mengandung zat-zat organik terlarut dan padatan terlarut yang mengalami perubahan secara fisika, kimia, maupun hayati yang bisa menjadi media tumbuhnya kuman serta menimbulkan bau busuk, akan berbahaya jika dalam pembuangannya langsung dibuang ke badan sungai tanpa pengolahan serta mengganggu kelangsungan hidup ekosistem didalam air.



2.3 Mekanisme Pengolahan Limbah Cair

2.3.1. Pengolahan Secara Fisik

Pengolahan ini dilakukan pada limbah cair dengan kandungan bahan limbah yang dapat dipisahkan secara mekanis langsung tanpa penambahan bahan kimia atau melalui penghancuran secara biologis. Pengolahan limbah cair secara fisika yang umum dilakukan meliputi : screening, sedimentasi, grit chamber (*PP No. 82 tahun 2001*).

Pada pengolahan fisik, biasanya partikel yang berukuran agak besar seperti halnya benda-benda mengapung atau benda yang mengendap dapat dipisahkan sehingga tidak mengganggu proses selanjutnya. (*Bety sri laksami jenie, winiati Pudji. 1993*)

2.3.2 Pengolahan Secara Biologi

Pengolahan ini merupakan sistem pengolahan yang didasarkan pada aktivitas mikroorganisme dalam kondisi aerobik atau anaerobik ataupun penggunaan organisme air untuk mengabsorpsi senyawa kimia dalam limbah cair. Pengolahan limbah cair secara biologis pada prinsipnya dibedakan menjadi

- a. pengolahan secara aerob
- b. pengolahan secara anaerob
- c. pengolahan secara fakultatif

(*PP No. 82 tahun 2001*)

Pengolahan secara aerob merupakan oksidasi bahan organik menggunakan molekul oksigen sebagai aseptor elektron akhir adalah proses utama yang menghasilkan energi kimia untuk mikroorganisme dalam proses ini.

Pengolahan secara anaerob merupakan sebagian mikroorganisme mampu berfungsi tanpa adanya oksigen terlarut dalam sistem. Sistem aerob memperoleh energy dari oksidasi bahan organik kompleks tanpa menggunakan oksigen, senyawa organik diperoleh dari senyawa yang teroksidasi sebagian sulfur dan nitrat.

Pengolahan secara fakultatif dimana Organisme yang berfungsi di bawah kondisi baik anaerob atau aerob adalah organisme fakultatif. Bila tidak ada oksigen dalam lingkungannya, mereka mampu memperoleh energi dari degradasi bahan organik dengan mekanisme nonaerobik, tetapi bila terdapat oksigen terlarut, mereka akan memecah bahan organik lebih sempurna. (*Bety sri laksami jenie, winiati Pudji. 1993*)

2.3.3 Pengolahan Secara Kimia

Pengolahan ini merupakan proses pengolahan limbah dimana penguraian atau pemisahan bahan yang tidak diinginkan berlangsung dengan adanya mekanisme reaksi kimia (penambahan bahan kimia ke dalam proses). Pengolahan limbah cair secara kimia meliputi desinfeksi, perpindahan gas, adsorpsi, dechlorinasi. (*PP No. 82 tahun 2001*).

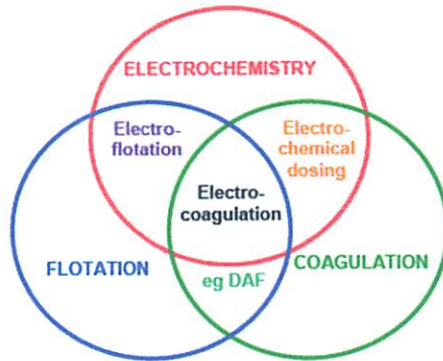
Desinfeksi berfungsi untuk mereduksi konsentrasi bakteri secara umum dan menghilangkan bakteri patogen. Desinfeksi dapat dilakukan dengan berbagai metode dan bahan kimia seperti dengan klorin, yodium, ozon dan ultra violet. (*Bety sri laksami jenie, winiati Pudji. 1993*)

2.4 Pengolahan Limbah Industri Sablon

2.4.1 Elektrokoagulasi

Elektrokoagulasi merupakan metode pengolahan air secara elektrokimia dimana pada anoda terjadi pelepasan koagulan aktif berupa ion logam (biasanya aluminium atau besi) kedalam larutan, sedangkan pada katoda terjadi reaksi elektrolisis berupa pelepasan gas hidrogen (Holt, Barton, Michell., 2002). Sedangkan menurut Mollah, *et al.*, (2004), elektrokoagulasi adalah proses kompleks yang melibatkan fenomena kimia dan fisik dengan menggunakan elektroda untuk menghasilkan ion yang digunakan untuk mengolah air limbah. Diidentifikasi terdapat tiga proses mendasar yang terjadi dalam elektrokoagulasi yaitu elektrokimia, koagulasi dan flotasi. Ketiga proses ini dapat digambarkan dengan diagram Venn dimana kombinasi dari ketiganya menghasilkan teknologi

elektrokoagulasi, sedangkan kombinasi yang lain menghasilkan teknologi yang berbeda. Ditunjukkan pada gambar 2.2 seagai berikut :

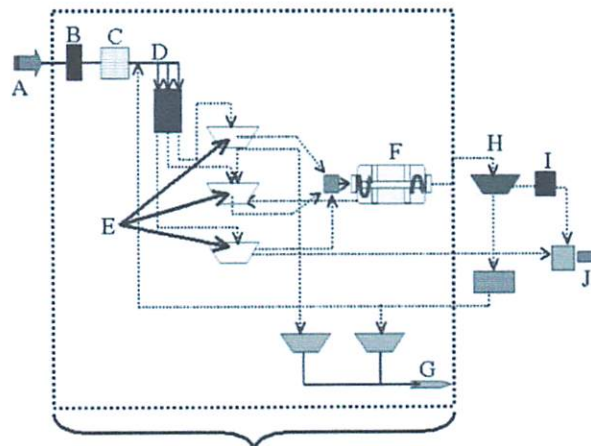


Gambar 2.2 Diagram Venn (Holt, Barton, Michell.,2002)

Elektrokoagulasi bukan merupakan teknologi baru, dari literatur yang ada menunjukkan bahwa teknologi ini telah ditemukan lebih dari seratus tahun yang lalu. Contoh aplikasi yang ada misalnya adalah pada akhir abad 19, telah terdapat beberapa instalasi pengolahan air bersih yang cukup besar di London yang mempergunakan teknologi ini (Matteson *et al.*, 1995 dalam Holt, Barton, Michell, 2002). Sementara instalasi pengolahan lumpur secara elektrolisis dioperasikan di beberapa tempat di Amerika Serikat pada awal tahun 1911 yang memiliki ukuran yang serupa dengan instalasi pengolahan air limbah pada masa tersebut. Namun sejak tahun 1930-an semua instalasi tersebut tidak dioperasikan lagi dikarenakan biaya operasional yang tinggi dan adanya alternatif lain berupa penggunaan bahan kimia sebagai koagulan

Pada masa sekarang penggunaan teknologi elektrokoagulasi mulai dikembangkan kembali untuk meningkatkan kualitas effluen air limbah. Elektrokoagulasi digunakan untuk mengolah effluen dari beberapa air limbah yang berasal dari industri makanan, limbah tekstil, limbah rumah makan, limbah yang mengandung senyawa arsenik, air yang mengandung fluorida, dan air yang mengandung partikel yang sangat halus, bentonit dan kaolinit.

Pada sistem pengolahan limbah yang konvensional, reaktor elektrokoagulasi dapat menggantikan beberapa unit pengolahan sehingga menghasilkan instalasi pengolahan yang lebih sederhana dan tidak membutuhkan lahan yang luas (Holt, Barton, Michell, 2004). Ditunjukkan pada gambar 2.3 sebagai berikut :



Gambar 2.3. Diagram alir IPAL konvensional dan unit yang dapat digantikan oleh Elektrokoagulasi (Mollah, *et.al.*, 2004)

Keterangan:

- | | |
|---------------------------|-----------------------|
| A : Air limbah | F : Oxidation Ditch |
| B : Bar screen | G : Pengolahan lumpur |
| C : Grit chamber | H : Clarifier |
| D : Bak distribusi | I : Klorinasi |
| E : Primary sedimentation | J : Effluen |

Untuk pertimbangan penentuan penggunaan elektrokoagulasi maka Mollah *et.al.*, (2004) telah memberikan gambaran tentang keuntungan dan kerugiannya. Keuntungan dari penggunaan elektrokoagulasi adalah sebagai berikut (Mollah *et.al.*, 2004) :

1. Elektrokoagulasi membutuhkan peralatan yang sederhana dan mudah dioperasikan.

2. Air limbah yang diolah dengan elektrokoagulasi menghasilkan effluen yang jernih, tidak berwarna, dan tidak berbau.
3. Lumpur yang dihasilkan elektrokoagulasi relatif stabil dan mudah dipisahkan karena terutama berasal dari oksida logam. Selain itu jumlah lumpur yang dihasilkan sedikit.
4. Flok yang terbentuk pada elektrokoagulasi memiliki kesamaan dengan flok yang berasal dari koagulasi kimia. Perbedaannya adalah flok dari elektrokoagulasi berukuran lebih besar dengan kandungan air yang sedikit, lebih stabil dan mudah dipisahkan secara cepat dengan filtrasi.
5. Elektrokoagulasi menghasilkan effluen yang mengandung TDS dalam jumlah yang lebih sedikit dibandingkan pengolahan kimiawi. Jika air hasil pengolahan ini digunakan kembali, kandungan TDS yang rendah akan mengurangi biaya recovery.
6. Proses elektrokoagulasi mempunyai keuntungan dalam mengolah partikel koloid yang berukuran sangat kecil karena dengan pemakaian arus listrik menyebabkan proses koagulasi lebih mudah terjadi dan lebih cepat.
7. Proses elektrokoagulasi tidak memerlukan pemakaian bahan kimia sehingga tidak bermasalah dengan netralisasi kelebihan bahan kimia dan tidak membutuhkan kemungkinan pengolahan berikutnya jika terjadi penambahan senyawa kimia yang terlalu tinggi seperti pada penggunaan bahan kimia.
8. Gelembung gas yang dihasilkan selama proses elektrolisis dan membawa polutan yang diolah untuk naik ke permukaan (flotasi) dimana flok tersebut dengan mudah terkonsentrasi, dikumpulkan dan dipisahkan.
9. Perawatan reaktor elektrokoagulasi lebih mudah karena proses elektrolisis yang terjadi cukup dikontrol dari pemakaian listrik tanpa perlu memindahkan bagian di dalamnya.
10. Teknologi elektrokoagulasi dapat dengan mudah diaplikasikan di daerah yang tidak terjangkau layanan listrik yakni dengan menggunakan panel

matahari yang cukup untuk terjadinya proses pengolahan.

Sedangkan kerugian dari penggunaan elektrokoagulasi adalah *Mollah et.al.*, (2004):

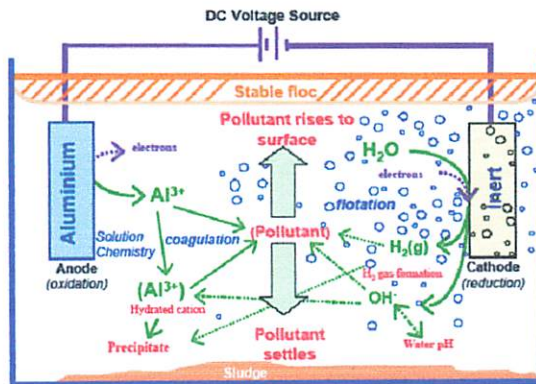
1. Elektroda yang digunakan dalam proses pengolahan ini harus diganti secara teratur.
2. Penggunaan listrik kadang kala lebih mahal pada beberapa daerah.
3. Terbentuknya lapisan di elektroda dapat mengurangi efisiensi pengolahan.
4. Teknologi ini membutuhkan konduktivitas yang tinggi pada air limbah yang diolah.
5. Hidroksida seperti gelatin cenderung solubilize pada beberapa kasus.

2.4.2 Mekanisme dalam Elektrokoagulasi

Reaktor elektrokoagulasi merupakan sebuah sel elektrokimia dimana kutub anoda yang berupa logam (biasanya aluminium atau besi) mengalami pelepasan ion, dimana ion logam yang terlepas berfungsi sebagai agen koagulan. Dan secara simultan terjadi gelembung gas hidrogen di kutub katoda.

Elektrokoagulasi mempunyai kemampuan untuk mengolah berbagai macam polutan termasuk padatan tersuspensi, logam berat, tinta, bahan organik (seperti air limbah domestik), minyak dan lemak, ion dan radionuklida. Karakteristik fisik kimia dari polutan mempengaruhi mekanisme pengolahan, misalnya polutan berbentuk ion akan diturunkan melalui proses presipitasi sedangkan padatan tersuspensi yang bermuatan akan diabsorpsi ke koagulan yang bermuatan. Kemampuan elektrokoagulasi untuk mengolah berbagai macam polutan menarik minat industri untuk menggunakannya.

Pada gambar 2.4. memperlihatkan proses elektrokoagulasi yang sangat kompleks. Dimana koagulan dan produk hidrolisis saling interaksi dengan polutan atau dengan ion yang lain atau dengan gas hidrogen. Ditunjukkan pada gambar 2.4 sebagai berikut :



Gambar 2.4. Mekanisme dalam elektrokoagulasi (Holt *et al.*, 2002)

Menurut Mollah, *et al.*, (2004) mekanisme penyisihan yang umum terjadi di dalam elektrokoagulasi terbagi dalam tiga faktor utama, yaitu:

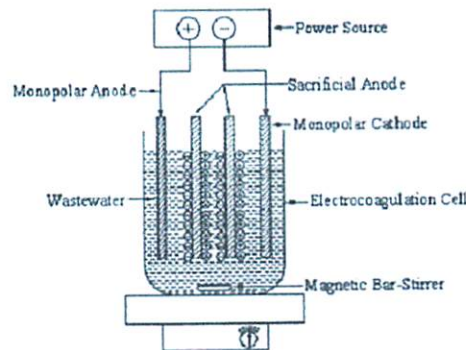
- Terbentuknya koagulan akibat proses oksidasi elektrolisis pada elektroda,
- Destabilisasi kontaminan, partikel tersuspensi dan pemecahan emulsi, dan
- Agregatisasi dari hasil destabilisasi untuk membentuk flok

Sedangkan proses destabilisasi kontaminan, partikel tersuspensi dan pemecahan emulsi terjadi dalam tahapan sebagai berikut (Mollah, *et al.*, 2004):

- Kompresi dari lapisan ganda (double layer) difusi yang terjadi disekeliling spesies bermuatan yang disebabkan interaksi dengan ion yang terbentuk dari oksidasi di elektroda.
- Netralisasi ion kontaminan dalam air limbah dengan menggunakan ion berlawanan yang dihasilkan dari elektroda. Dengan adanya ion tersebut menyebabkan berkurangnya daya tolak menolak antar partikel dalam air limbah dan gaya van der Waals sehingga proses koagulasi bisa berlangsung.
- Terbentuknya flok, dimana flok ini terbentuk akibat proses koagulasi sehingga terbentuk *sludge blanket* yang mampu menjebak dan menjembatani partikel koloid yang masih ada di air limbah.

2.4.3. Reaktor Elektrokoagulasi Bipolar

Pada bentuk yang sederhana, reaktor elektrokoagulasi berupa reaktor elektrokimia dengan satu anoda dan satu katoda. Reaktor elektrokoagulasi dapat menggunakan konfigurasi *bipolar*. Pada konfigurasi ini, hanya satu elektroda yang dihubungkan dengan kutub positif (anoda) dan satu elektroda dihubungkan dengan dengan kutub negatif (katoda). Ketika arus listrik dialirkan melalui dua elektroda, maka elektroda yang tidak dialiri akan berubah dari kondisi netral menjadi dua kutub yang berbeda pada masing-masing sisi, yaitu sisi yang menghadap kutub positif menjadi negatif dan sisi yang menghadap kutub negatif menjadi positif. Elektroda yang memiliki sifat seperti ini disebut *bipolar*. Rangkaian seperti ini membuat reaktor elektrokoagulasi menjadi lebih sederhana dan mudah dalam perawatannya (Mollah, *et.al*, 2004). Ditunjukkan pada gambar 2.5 sebagai berikut:



Gambar 2.5. Reaktor elektroda dengan konfigurasi *bipolar* (Mollah *et.al*, 2004)

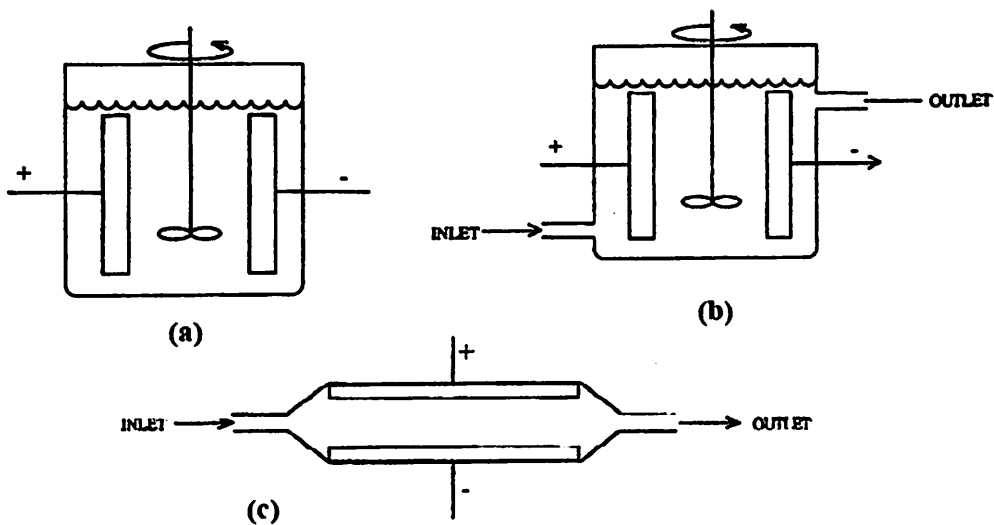
Menurut Mollah *et al*, (2004) untuk menghasilkan efisiensi pengolahan yang maksimum maka dalam mendesain reaktor elektrokoagulasi perlu mempertimbangkan beberapa faktor berikut ini :

- IR-drop antar elektroda harus diminimalkan
- Akumulasi gas O₂ dan H₂ dipermukaan elektroda harus diminimalkan
- Penghalang proses transfer massa melewati daerah antar elektroda harus diminimalkan.

Sedangkan nilai IR-drop tergantung pada :

- Konduktivitas dari larutan elektrolit
- Jarak antar dua elektroda
- Bentuk geometri dari elektroda

Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dapat dilakukan beberapa cara, seperti: menggunakan larutan dengan konduktivitas yang tinggi, dan mengurangi jarak antar elektroda. Reaktor elektrokoagulasi dapat dibedakan berdasarkan mode pengoperasian, yaitu reaktor batch (SBR), reaktor aliran tersumbat (PFR) dan reaktor teraduk kontinu (CSTR). Skema dari reaktor tersebut dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut ini :



Gambar 2.6 Skema reaktor elektrokoagulasi

2.5 Metode Pengolahan Data

2.5.1 Statistika Deskriptif dan Inferensi

Secara garis besar, statistik dibedakan menjadi 2 yaitu statistika deskriptif dan statistika inferensi. Metode statistika yang meringkas, menyajikan, dan mendeskripsikan data dalam bentuk yang mudah dibaca sehingga memberikan kemudahan dalam memberikan informasi disebut statistika deskriptif. Statistika deskriptif menyajikan data dalam tabel, grafik, ukuran pemusatan data, dan

penyebaran data. Agar mendapatkan data lebih terperinci, kita memerlukan analisis data dengan metode statistika tertentu. Hasil analisis data akan memberikan informasi lebih rinci sehingga kita memperoleh suatu kesimpulan mengenai suatu fenomena berdasarkan sampel yang diambil. Analisis tersebut dinamakan statistika inferensi. Statistika inferensi sering disebut statistika induktif. Statistika inferensi memerlukan pengetahuan lebih mengenai konsep probabilitas yang biasa dikenal sebagai ilmu peluang. Ilmu peluang tidak lepas dari statistika karena membantu pengambilan keputusan statistik suatu data (Iriawan dan Astuti, 2006).

2.5.2 Analisis Korelasi

Koefisien korelasi Pearson berguna untuk mengukur tingkat keeratan hubungan linear antara 2 variabel. Nilai korelasi berkisaran antara -1 sampai +1. nilai korelasi negatif berarti hubungan antara 2 variabel adalah negatif. Artinya, apabila salah satu variabel menurun, maka variabel lainnya akan meningkat.

Sebaliknya, nilai korelasi positif berarti hubungan antara kedua variabel adalah positif. Artinya, apabila salah satu variabel meningkat, maka variabel dikatakan berkorelasi kuat apabila makin mendekati 1 atau -1. sebaiknya, suatu hubungan antara 2 variabel dikatakan lemah apabila semakin mendekati 0 (nol).

Hipotesis

Hipotesis untuk uji korelasi adalah :

$$H_0 : \rho = 0$$

$$H_1 : \rho \neq 0$$

Dimana ρ adalah korelasi antara 2 variabel.

Daerah penolakan

$$p\text{-Value} < \alpha.$$

Untuk membuat interpretasi analisis korelasi, ada beberapa hal yang harus diingat, yaitu :

1. koefisien korelasi hanya mengukur hubungan linier. Jika ada hubungan non linear, maka koefisien korelasi akan bernilai 0.

2. koefisien korelasi sangat sensitif terhadap nilai ekstrem.
3. kita bisa membuat korelasi hanya jika variabel memiliki hubungan sebab akibat.

2.5.3 Analisis Regresi

Analisis regresi sangat berguna dalam berbagai penelitian antara lain :

- Model regresi dapat digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara variabel respon dan variabel predictor
- Model regresi dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh suatu atau beberapa variabel predictor terhadap variabel respon.
- Model regresi berguna untuk memperediksikan pengaruh suatu variabel atau beberapa variabel prediktor terhadap variabel respon.

Model regresi memiliki variabel respon (y) dan variabel prediktor (x). Variabel respon adalah variabel yang dipengaruhi suatu variabel prediktor.

Variabel respon sering dikenal variabel dependen karena peneliti tidak bisa bebas mengendalikannya. Kemudian, variabel prediktor digunakan untuk memprediksi nilai variabel respon dan sering disebut variabel independent karena peneliti bebas mengendalikannya (Iriawan dan Astuti, 2006).

Kedua variabel dihubungkan dalam bentuk persamaan matematika. Secara umum, bentuk persamaan regresi dinyatakan sebagai berikut :

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_kx_k + \epsilon$$

2.5.4 Uji Keseragaman Data

Tujuan utama pengukuran uji keseragaman data adalah untuk mendapatkan data yang seragam. Ketidak seragaman data dapat datang tanpa disadari, maka diperlukan suatu pengukuran untuk mendeteksinya. Batas – batas kendali yang dibentuk dari data merupakan batas seragam atau tidaknya data. Uji keseragaman data perlu dilakukan sebelum menggunakan data yang diperoleh.

Uji keseragaman data dapat dilakukan dengan dua cara yaitu :

1. Uji keseragaman data dengan cara visual

Uji keseragaman data dengan cara visual, dilakukan dengan cara yang sederhana. Kita hanya melihat data yang terkumpul dan kemudian mengidentifikasi data yang terlalu ekstrim (data yang terlalu menyimpang dari trend rata – ratanya). Data yang ekstrim ini kemudian dibuang dan tidak dimasukkan dalam perhitungan selanjutnya.

2. Uji keseragaman data dengan peta control

Peta control (control chart) adalah suatu alat yang tepat untuk melakukan uji keseragaman data yang diperoleh. Sifatnya lebih kompleks. Karena menggunakan peta kendali dan menggunakan rumus dalam perhitungan. Data ekstrem pada peta kendali adalah data yang berada di luar batas control kendali. Batas kontrol kendali yaitu batas – batas yang dibuat untuk menentukan apakah suatu data seragam atau tidak, dan batas kontrol kendali ini terdiri dari batas kendali atas dan batas kendali bawah. Data yang seragam adalah semua data yang berada di dalam batas kontrol kendali

Adapun urutan langkah dalam mencari batas kendali adalah sebagai berikut

a. Mencari rata – rata sub grup

$$\bar{X}_k = \frac{\sum X_i}{n} \quad \text{Persamaan (2.1)}$$

dimana

n : ukuran sub group, yaitu banyaknya data dalam satu subgroup

k : jumlah sub group yang terbentuk

x_i : data pengamatan

b. Mencari rata – rata keseluruhan

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}_k}{k} \quad \text{Persamaan (2.2)}$$

c. Menghitung standart deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{N-1}} \quad \text{Persamaan (2.3)}$$

dimana

N : jumlah data

d. menghitung standart deviasi dari distribusi rata – rata sub group

$$\alpha = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \text{Persamaan (2.4)}$$

e. Menghitung batas – batas kendali

$$BKA = \bar{X} + 3\alpha \quad \text{Persamaan (2.5)}$$

$$BKB = \bar{X} - 3\alpha$$

<http://library.binus.ac.id/eColls/eThesis/Bab2/LKN2006-143-Bab%202.pdf>

2.5.5 Pengantar Desain Eksperimen

Desain eksperimen berperan penting dalam mengembangkan proses dan dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan dalam proses agar kinerja proses meningkat. Desain eksperimen dapat didefinisikan sebagai suatu uji atau rentetan uji dengan mengubah-ubah variabel input (faktor) suatu proses sehingga bisa diketahui penyebab perubahan output (respon).

2.5.5.1 Langkah-langkah dalam Desain Eksperimen

Desain eksperimen memerlukan tahap-tahap penting yang berguna agar desain mengarah pada hasil yang diinginkan. Berikut adalah langkah-langkah melakukan desain eksperimen (Iriawan dan Astuti, 2006) :

1. Mengenali permasalahan
2. Memilih faktor dan level
3. Menentukan faktor dan level
4. Memilih metode desain eksperimen
5. Melaksanakan eksperimen
6. Analisa Data
7. Membuat suatu keputusan

2.5.5.2 Analysis of Variance

Analysis of Variance atau sering dikenal ANOVA digunakan untuk menyelidiki hubungan antara variabel respon (dependen) dengan 1 atau beberapa variabel prediktor (independent). ANOVA sama dengan regresi, tetapi skala data variabel independen adalah data kategori yaitu skala ordinal atau nominal . Lebih lanjut ANOVA tidak mempunyai nominal (Iriawan dan Astuti, 2006).



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Ide Studi

Ide studi skripsi ini muncul karena adanya permasalahan yang timbul dari limbah cair yang dihasilkan oleh industri sablon dimana mengandung padatan tersuspensi dan kandungan bahan kimia yang tinggi, sehingga jika limbah ini dibuang secara langsung ke badan sungai tanpa ada pengolahan dapat mencemari lingkungan disekitarnya. Untuk menangani masalah tersebut maka dipilih yang istem pengolahan yang sederhana namun memiliki kualitas yang baik. Salah satu teknologi alternatif yang dapat dipakai adalah teknologi elektrokoagulasi konfigurasi bipolar.

3.2 Studi Literatur

Pengumpulan sumber informasi yang diperlukan untuk melakukan analisis data dan mendasari pelaksanaan studi. Jenis literatur yang dipelajari antara lain buku teks, laporan penelitian, jurnal, dan lain-lain.

3.3 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan skala laboratorium.

3.4 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan selama \pm 3 bulan dan tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang.

3.5 Parameter Tinjauan

Analisa awal pada limbah cair sablon meliputi analisa COD, TSS, suhu dan pH.

3.6 Variabel Penelitian

Beberapa variabel yang terdapat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variabel respon (y) : TSS dan COD. TSS dan COD adalah parameter **penting** pada limbah sablon

2. Variabel prediktor (x) :

a. Jumlah Elektroda : 5 buah

Kriteria desain untuk jumlah elektroda pada elektrokoagulasi bipolar minimal 3 buah (Holt, Barton, Michell, 2004)

b. Besar Tegangan : 10 V

Besar tegangan disesuaikan dengan tegangan pada adaptor yang tersedia di pasaran yaitu 3 – 15 V dengan menggunakan arus 4 ampere. Semakin tinggi arus maka akan mempercepat ion membentuk flok.

c. Kecepatan Putaran

Kecepatan putaran yang digunakan pada bak pengadukan cepat dengan elektroda adalah 200 rpm, 300 rpm dan 400 rpm. Berdasarkan (Masduki, 2002), pengadukan cepat adalah pengadukan dengan gradien kecepatan pengadukan 100-1000 per detik selama 60 detik. Sedangkan dalam penelitian ini menggunakan kecepatan putaran 200 rpm.

d. Waktu operasi reaktor elektrokoagulasi selama 180 menit dengan pengambilan sampel pada menit ke 90, 135, dan 180.

Berdasarkan penelitian Sandy, 2007, pemakaian waktu operasi perlu diperbesar untuk mendapatkan tingkat penyisihan konsentrasi TSS dan COD yang lebih tinggi, penelitiannya menggunakan waktu operasi 90 menit dengan waktu pengambilan sampel pada 12 menit, 35 menit, dan 90 menit.

e. Jarak Elektroda : 0,5 cm, 1,5 cm, 2,5 cm

Kriteria desain jarak antar elektroda dalam elektrokoagulasi adalah 5 mm – 25 mm (Heis, 2008).

f. Jenis Elektroda : Aluminium

Untuk jenis elektroda digunakan aluminium, karena aluminium merupakan logam yang mudah mengalami reduksi maupun oksidasi selain itu juga merupakan logam inert (Chang, 2002).

g. Reaktor Elektrokoagulasi : Konfigurasi bipolar

Pada konfigurasi ini, hanya satu elektroda yang dihubungkan dengan kutub positif (anoda) dan satu elektroda dihubungkan dengan dengan kutub negatif (katoda). (Mollah et.al, 2004). Elektrokoagulasi bipolar memiliki keuntungan memerlukan daya listrik yang rendah dan menghasilkan medan magnetik yang kecil sehingga mengurangi terbentuknya lapisan pada elektroda. (Rajesshwar dan Ibanez 2005)

h. Menggunakan aliran kontinyu dimana limbah sablon yang ditampung dalam bak penampung mengalir terus selama 180 menit dengan $Q = 0,5$ ltr/mnt

3.7 Peralatan dan Bahan Penelitian

3.7.1 Peralatan Penelitian

Pada penelitian ini digunakan beberapa peralatan sederhana yang mempunyai ukuran untuk skala laboratorium, yaitu :

- Bak penampung

Bak penampung disini berfungsi untuk menampung limbah sebelum di alirkan ke reaktor.

- Reaktor

Reaktor pada elektrokoagulasi menggunakan tiga bak yaitu:

- Bak Pengaduk cepat dengan elektroda

Bak pengaduk cepat dengan elektroda disini berfungsi sebagai tempat terjadinya proses elektrolisis atau pertukaran elektron. Desain bak ini menyerupai bak koagulasi dimana menggunakan pengadukan cepat yaitu 200 - 400 rpm dengan td 10 menit. Dengan kriteria desain untuk waktu detensi adalah 10-30 menit (Holt, Barton dan Michell, 2004).

- **Bak Pengaduk lambat**

Bak Pengaduk lambat disini berfungsi sebagai tempat terjadinya proses flokulasi dimana merupakan kelanjutan dari proses koagulasi yang fungsi utama dari proses ini adalah memberikan waktu untuk pembentukan partikel flokulen dengan cara pengadukkan lambat yaitu 40 rpm dengan td 20 menit. Dengan kriteria desain untuk waktu detensi adalah 20-30 menit (Masduqi dan Slamet, 2002).

- **Bak sedimentasi**

Bangunan sedimentasi berfungsi sebagai tempat terjadinya proses pengendapan partikel-partikel flokulen yang terbentuk dari proses pengadukan cepat dengan elektroda dan flokuasi. Dimana td yang direncanakan 60 menit. Dengan kriteria desain untuk waktu detensi 60 menit (Masduqi dan Slamet, 2002).

- **pH meter**

Pengukuran pH diperlukan karena besar laju arus listrik dalam larutan sangat dipengaruhi oleh pH.

- **Thermometer**

Digunakan thermometer pengukur suhu dari raksa dengan kapasitas maksimum 110 °C. Penggunaan thermometer ini untuk mencatat perubahan suhu yang terjadi selama proses elektrokoagulasi berlangsung.

- **Stopwatch**

Digunakan stopwatch digital untuk mencatat waktu pengambilan sampel

3.7.2 Bahan

- **Elektroda**

Elektroda berfungsi sebagai penghantar arus listrik dari adaptor menuju larutan sampel, sehingga dapat terjadi proses elektrolisis. elektroda ini memiliki ukuran 10 x 6 x 0,2 cm.

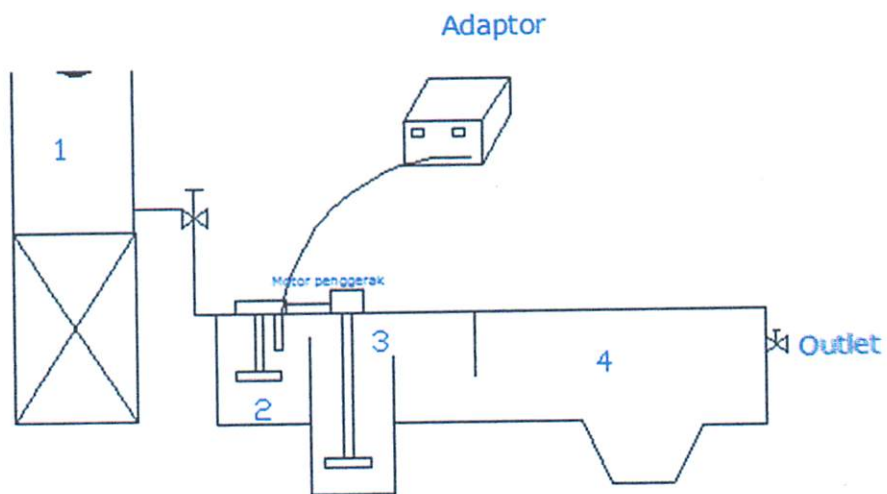
- Limbah sablon "Roemah Cetak"

Pengambilan sampling dilakukan di industri Sablon "Roemah Cetak" yang terletak di Wagir Kabupaten Malang. Sebelum mengambil sampel air limbah dikumpulkan terlebih dahulu dalam tong kemudian baru dimasukkan dalam jerigen. Gambar tempat pengumpul limbah dapat dilihat dibawah ini



Gambar 3.1 Tong Penampung Limbah

Layout Elektrokoagulasi dapat dilihat pada gambar 3.2 dibawah ini



Gambar 3.2. Reaktor Elektrokoagulasi Konfigurasi Bipolar Aliran Kontinyu

Ket :

1. Bak Penampung
2. Bak Pengaduk Cepat Dengan Elektroda
3. Bak Pengaduk Lambat
4. Bak Sedimentasi

3.8 Pelaksanaan Penelitian

Pada awal tahap penelitian dilakukan analisis pendahuluan untuk mengetahui kondisi awal sampel yang akan diolah. Parameter yang dianalisis adalah TSS, COD, pH dan suhu.

Setelah dilakukan uji kualitas sampel awal, kemudian dilakukan proses elektrokoagulasi dengan menggunakan variasi jarak antar elektroda dengan tahapan proses sebagai berikut :

- Melakukan kalibrasi alat sebanyak 3 kali pengulangan yaitu pada motor pengaduk unit pengadukan cepat dengan elektroda dan flokulasi serta debit yang dialirkan oleh bak penampung.
- Memasang katoda dan anoda serta rangkaian listrik pada elektroda.
- Menyiapkan sampel limbah cair yang akan diolah, kemudian memasukkannya ke dalam bak penampung limbah.
- Mengalirkan limbah cair ($Q = 0,5$ ltr/mnt) dalam bak koagulasi secara gravitasi dengan kecepatan putaran pengadukan 200 rpm dengan td 10 menit.
- Menyalakan suplai listrik dari adaptor dengan arus listrik 4 A dan tegangan 10 V. Serta menyalakan alat pengaduk pada bak pengaduk cepat dengan elektrokoagulasi dan bak pengaduk lambat.
- Proses elektrokoagulasi berjalan dari bak koagulasi lanjut ke bak flokulasi dengan kecepatan putaran 40 rpm, td 20 menit, setelah itu dilanjutkan ke bak sedimentasi dengan td 60 menit.
- Pada menit 90, 135, dan 180 mengambil sampel untuk dianalisis meliputi parameter COD dan TSS.

- Melakukan pengaturan variasi jarak antar elektroda (0,5 cm, 1,5 cm, dan 2,5 cm.).

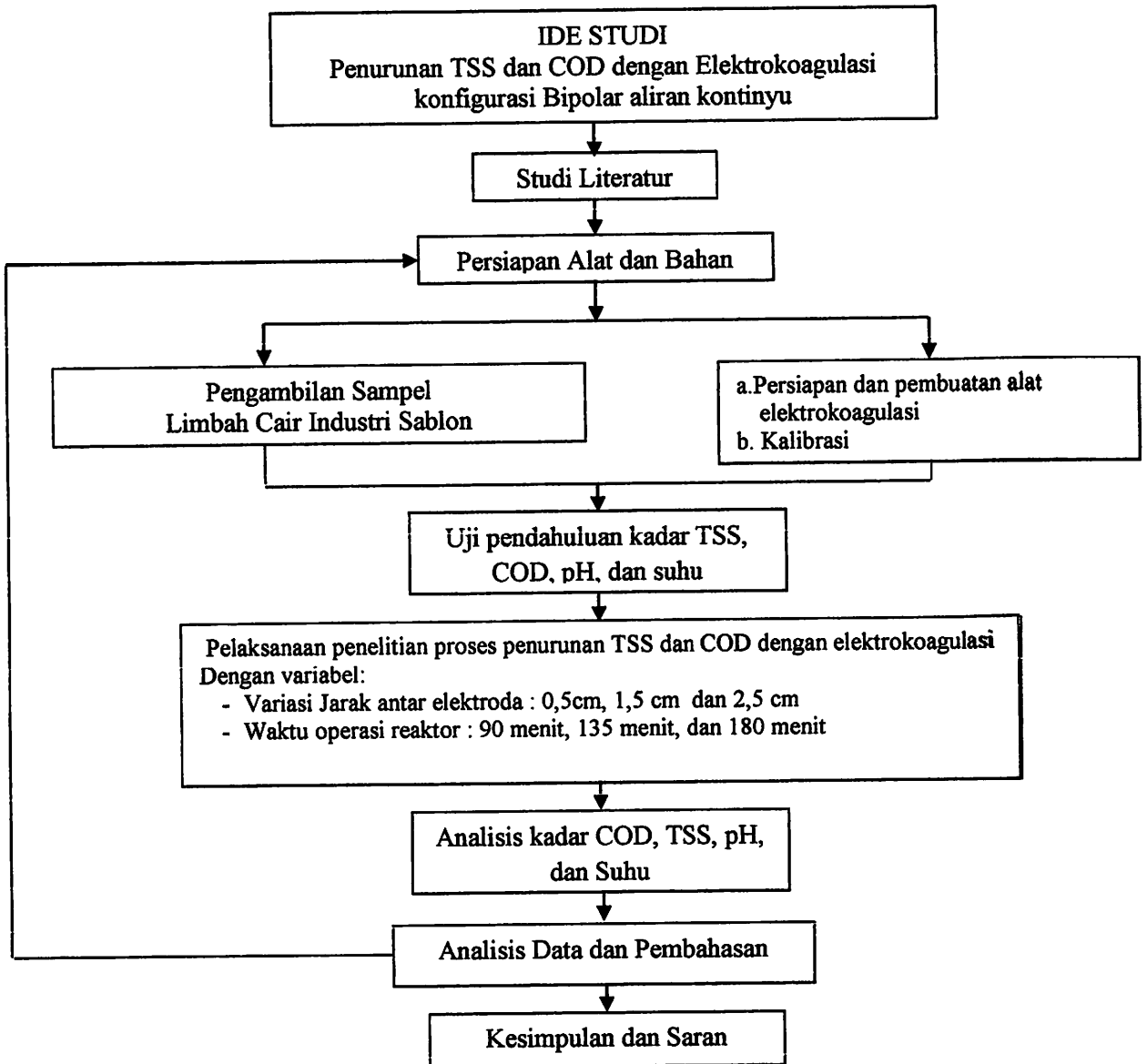
3.9 Analisa Data

Data yang digunakan adalah dengan replikasi $n = 3$. Untuk mengetahui hubungan antara variabel respon (y) dan variabel prediktor (x) digunakan uji korelasi pearson. Data–data interval yang diperoleh, diolah dengan analisis varians (ANOVA) untuk menguji apakah terdapat perbedaan rata–rata hitung yang signifikan antara persentase penurunan TSS, COD pada setiap perlakuan. Setelah diketahui terdapat hubungan yang signifikan antar variabel yang bersangkutan (perlakuan variabel respon (y) terhadap variabel prediktor (x)) diperlukan uji analisis regresi untuk mengetahui ketepatan dan atau signifikansi prediksi dari hubungan/korelasi data.



3.10 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian skripsi penurunan TSS dan COD pada limbah cair industri sablon menggunakan Elektrokoagulasi konfigurasi Bipolar Aliran Kontinyu ditunjukkan pada gambar 3.3 sebagai berikut :



Gambar 3.3 Kerangka Penelitian

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik limbah cair sebelum pengolahan

Pada penelitian ini akan dilakukan pengolahan limbah cair Sablon “Roemah Cetak”, terlebih dahulu dilakukan analisis pendahuluan untuk mengetahui beban pencemar yang merupakan konsentrasi awal pencemar di dalam limbah tersebut. Parameter ini kemudian dibandingkan dengan standar baku mutu yang ada agar dapat ditentukan tingkat pencemaran yang terjadi. Hasil dari analisis pendahuluan dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Nilai Konsentrasi Limbah Sablon sebelum Proses Pengolahan

Parameter	Nilai*	BAKU MUTU (SKGUB JATIM NO. 45 TAHUN 2002)
pH	5,7	6-9
<i>Total Suspended Solids (TSS)</i>	357 mg/l	50 mg/l
COD	679 mg/l	150 mg/l

Sumber :* Hasil penelitian 2013

4.2 Karakteristik limbah cair setelah pengolahan

Limbah industri sablon yang dihasilkan oleh industri “ROEMAH CETAK” mengandung parameter TSS dan COD yang melampaui baku mutu. Untuk menurunkan kandungan tersebut dilakukan pengolahan. Diharapkan dalam pengolahan menggunakan elektrokoagulasi dapat menurunkan kandungan parameter TSS dan COD sesuai baku mutu limbah, sehingga hasil pengolahan limbah tersebut tidak menjadi sumber polutan di badan air. Dimana pengolahan elektrokoagulasi merupakan metode pengolahan air secara elektrokimia. Pada anoda terjadi pelepasan koagulan aktif berupa ion logam kedalam larutan, sedangkan pada katoda terjadi reaksi elektrolisis berupa pelepasan gas hidrogen.



Proses pengolahan dengan metode elektrokoagulasi dimulai dari bak penampung lalu ke bak koagulasi. Pada bak elektrokoagulasi digunakan elektroda alumunium karena bahan ini mudah mengalami reduksi maupun oksidasi. Selain itu pada penelitian terdahulu alumunium dapat menurunkan COD sebesar 72,35%, dan TSS sebesar 81,73 (sandi,2009). Koagulasi merupakan proses destabilisasi koloid dan partikel membentuk inti flok. Kecepatan putaran pada bak koagulasi 200 rpm dan td 10 menit. Proses selanjutnya pada bak flokulasi disini terjadi penggabungan inti flok sehingga ukuran flok menjadi lebih besar. Proses flokulasi menggunakan kecepatan 40 rpm dan td 20 menit. Tahap akhir proses elektrokoagulasi yaitu sedimentasi. Proses sedimentasi adalah pemisahan liquid solid menggunakan pengendapan gravitasi menyisihkan suspended solid. Bak sedimentasi menggunakan td 60 menit yang akan menghasilkan sampel limbah terolah.

Keseluruhan proses elektrokoagulasi dari bak koagulasi-flokulasi-sedimentasi selama 90 menit, dalam penelitian ini dikaji kinerja reaktor elektrokoagulasi, Basis waktu dasarnya adalah 90 menit. Pada menit selanjutnya selang waktu 45 menit yaitu pada menit 135 dan 180. Dimana dari perbedaan waktu operasi digunakan untuk membedakan kinerja reaktor ditinjau dari parameter COD dan TSS. Hasil dari masing - masing sampel waktu outlet sedimentasi dilakukan analisa COD dan TSS. Adapun nilai konsentrasi akhir TSS, COD dapat dilihat pada tabel 4.2 dan 4.3.

Tabel 4.2 Nilai Konsentrasi *Total Suspended Solids* (TSS) Akhir Limbah Sablon Setelah Pengolahan

Variabel		Konsentrasi TSS (mg / l)	SK. Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002
Jarak elektroda (cm)	Waktu (menit)		
0,5	90	252	50 mg/l
0,5	135	207	
0,5	180	167	
1,5	90	149	
1,5	135	133	
1,5	180	114	
2,5	90	109	
2,5	135	83	
2,5	180	63	

(Sumber : Hasil Penelitian 2013)

Berdasarkan tabel 4.2 terlihat parameter TSS konsentrasinya dimulai yang tertinggi sampai terendah antara 252 – 63 mg/l. Hasil pengolahan didapatkan konsentrasi akhir pada jarak elektroda 2,5 cm waktu 180 menit sebesar 63 mg/l



Tabel 4.3 Nilai Konsentrasi COD Akhir Limbah Sablon Setelah Pengolahan

Variabel		Konsentrasi COD (mg / l)	SK. Gubernur Jawa Timur No. 45 Tahun 2002
Jarak elektroda (cm)	Waktu (menit)		
0,5	90	538	150 mg/l
0,5	135	462	
0,5	180	412	
1,5	90	412	
1,5	135	361	
1,5	180	297	
2,5	90	276	
2,5	135	262	
2,5	180	200	

(Sumber : Hasil Penelitian 2013)

Berdasarkan tabel 4.3 terlihat parameter COD konsentrasinya dimulai dari yang tertinggi hingga terendah 538 – 200 mg/l, Hasil pengolahan didapatkan konsentrasi akhir pada jarak elektroda 2,5 cm waktu 180 menit sebesar 200 mg/l

4.2.1 Parameter TSS

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan limbah sablon dengan Elektrokoagulasi mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi TSS dengan tingkat penyisihan yang bervariasi.

Mengetahui besarnya penyisihan TSS pada setiap variasinya, digunakan rumus :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{\text{KonsentrasiAwal} - \text{KonsentrasiAkhir}}{\text{KonsentrasiAwal}} \times 100\%$$

Contoh Perhitungan :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{\text{KonsentrasiAwal} - \text{KonsentrasiAkhir}}{\text{KonsentrasiAwal}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{357 - 252}{357} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penyisihan} = 29,41\%$$

Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Nilai Persentase Penyisihan Kandungan TSS setelah Pengolahan

Variabel		Konsentrasi TSS (mg / l)	Konsentrasi TSS (mg / l)	Persentase Penyisihan TSS (%)
Jarak elektroda (cm)	Waktu (menit)			
0,5	90	357	252	29,41
0,5	135	357	207	42,01
0,5	180	357	167	53,22
1,5	90	357	149	58,26
1,5	135	357	133	62,74
1,5	180	357	114	68,06
2,5	90	357	109	69,46
2,5	135	357	83	76,75
2,5	180	357	63	82,35

(Sumber : Hasil penelitian 2013)

Berdasarkan Tabel 4.4 didapatkan persentase removal konsentrasi TSS pada pengolahan elektrokoagulasi dengan variasi jarak elektroda 0,5 – 2,5 cm berada diantara 29,41 % - 82,35 % , penurunan yang paling tinggi terdapat pada jarak elektroda 2,5 cm waktu 180 menit yaitu 82,35 %

4.2.2 Parameter COD

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan limbah sablon dengan Elektrokoagulasi mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi COD dengan tingkat penyisihan yang bervariasi.

Mengetahui besarnya penyisihan COD pada setiap variasinya, digunakan rumus :

$$\% \text{ Penyisihan} = \frac{\text{KonsentrasiAwal} - \text{KonsentrasiAkhir}}{\text{KonsentrasiAwal}} \times 100\%$$

Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Nilai Persentase Penyisihan Kandungan COD setelah Pengolahan

Variabel		Konsentrasi COD (mg / l)	Konsentrasi COD (mg / l)	Persentase Penyisihan COD (%)
Jarak elektroda (cm)	Waktu (menit)			
0,5	90	679	538	20,76
0,5	135	679	462	31,95
0,5	180	679	412	39,32
1,5	90	679	412	39,32
1,5	135	679	361	46,83
1,5	180	679	297	56,25
2,5	90	679	276	59,35
2,5	135	679	262	61,41
2,5	180	679	200	70,54

(Sumber : Hasil penelitian 2013)

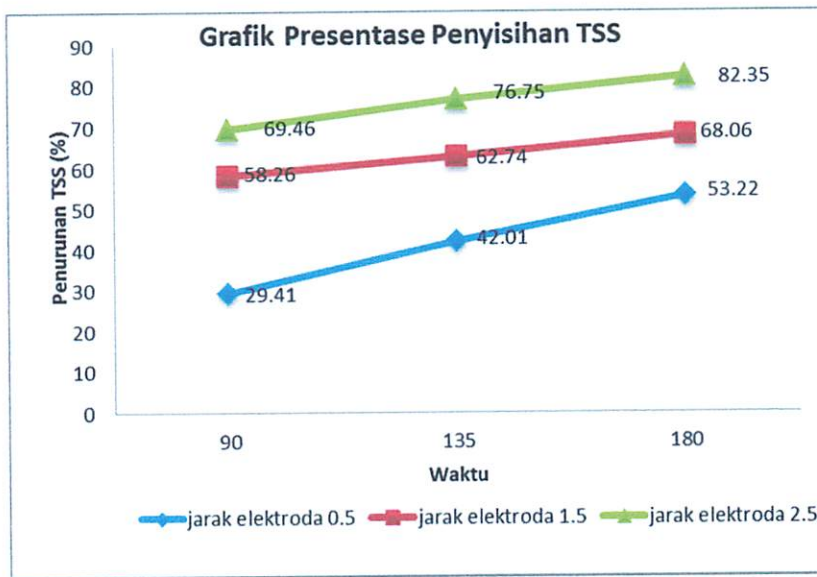
Berdasarkan Tabel 4.5 didapatkan persentase removal konsentrasi COD pada pengolahan elektrokoagulasi dengan variasi jarak elektroda 0,5 – 2,5 cm berada diantara 20,76 % - 70,54 % , penurunan yang paling tinggi terdapat pada jarak elektroda 2,5 cm waktu 180 menit yaitu 70,54 %

4.3 Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif merupakan metode statistik yang mendeskripsikan data secara visual sehingga memberikan kemudahan dalam memberikan informasi. Dalam penelitian ini digunakan bentuk grafik dalam menyajikan data.

4.3.1 Analisis Deskriptif *Total Suspended Solid (TSS)*

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair sablon melalui treatment elektrokoagulasi mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi TSS dengan tingkat penyisihan yang bervariasi. Berdasarkan data persentase penyisihan konsentrasi TSS setelah pengolahan pada table 4.4 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik persentase penyisihan TSS pada gambar 4.1



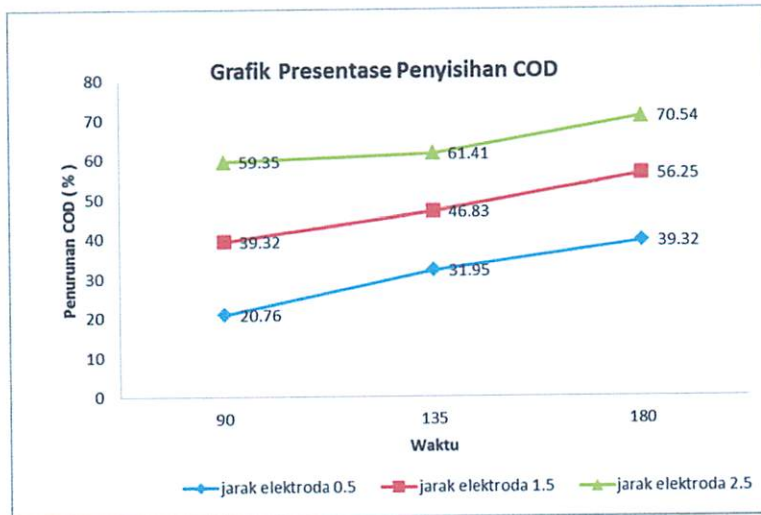
Gambar 4.1 Grafik Presentase Penyisihan TSS setelah Pengolahan

Berdasarkan tabel 4.4 dan gambar 4.1 menunjukkan bahwa persentase penyisihan TSS bertambah dengan penambahan jarak elektroda maupun waktu, dimana didapatkan persentase penyisihan kandungan TSS pada proses berkisar antara 29,41% - 82,35%. Persentase penyisihan kandungan TSS tertinggi terjadi pada jarak elektroda 2,5 cm dan waktu operasi 180 menit sebesar 82,35%. dan

Persentase penyisihan kandungan TSS terendah pada konsentrasi dengan jarak elektroda 0,5 dan waktu operasi 90 menit sebesar 29,41% .

4.3.2 Analisis Deskriptif COD

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair sablon melalui treatment elektrokoagulasi mempunyai kemampuan menurunkan konsentrasi COD dengan tingkat penyisihan yang bervariasi. Berdasarkan data persentase penyisihan konsentrasi COD setelah pengolahan pada table 4.5 maka dapat diplotkan menjadi sebuah grafik persentase penyisihan COD pada gambar 4.2



Gambar 4.2 Grafik Presentase Penyisihan COD setelah Pengolahan

Berdasarkan tabel 4.5 dan gambar 4.2 menunjukkan bahwa persentase penyisihan COD bertambah dengan penambahan jarak elektroda maupun waktu, dimana didapatkan persentase penyisihan kandungan COD berkisar antara 20,76% - 70,54%. Persentase penyisihan kandungan COD tertinggi terjadi pada konsentrasi dengan jarak elektroda 2,5 cm waktu operasi 180 menit sebesar 70,54%. dan Persentase penyisihan kandungan TSS terendah pada konsentrasi dengan jarak elektroda 0,5 waktu operasi 90 menit sebesar 20,76%

4.4 Analisa Statistik

Analisa statistik merupakan menentukan keputusan tentang karakteristik suatu populasi berdasarkan informasi sampel yang diambil dari sebagian populasi tersebut.

4.4.1 Analisis Korelasi

Mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel yang diamati, maka digunakan analisis korelasi. Dalam analisis korelasi terdapat :

Hipotesis

- H_0 : Korelasi tidak signifikan
- H_1 : Korelasi signifikan

Pengambilan Keputusan

- Jika nilai signifikansi $> 0,05$, H_0 diterima.
- Jika nilai signifikansi $< 0,05$, H_0 ditolak.

Untuk mengetahui kuat lemahnya korelasi

Nilai korelasi berkisaran antara -1 sampai +1. Nilai korelasi negatif berarti hubungan antara 2 variabel adalah negatif. Artinya, apabila salah satu variabel menurun, maka variabel lainnya akan meningkat. Sebaliknya, nilai korelasi positif berarti hubungan antara kedua variabel adalah positif. Artinya, apabila salah satu variabel meningkat, maka variabel dikatakan berkorelasi kuat apabila makin mendekati 1 atau -1. Sebaliknya, suatu hubungan antara 2 variabel dikatakan lemah apabila semakin mendekati 0 (nol) (Iriawan dan Astuti, 2006).

4.4.1.1 Analisis Korelasi Persentase Penyisihan TSS Dengan Waktu Operasi dan Variasi jarak Elektroda

Uji Korelasi persen penyisihan TSS dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6. Analisis Korelasi Antara % Penyisihan TSS Dengan Waktu Operasi Dan Variasi Jarak Elektroda

Correlations: presentase penyisihan TSS, waktu Pengambilan, Variasi Jarak		
	Persentase penyisi	Variasi jarak
Variasi jarak	0.894 0.001	
Waktu operasi	0.400 0.286	0.000 1.000
Cell Contents: Pearson correlation P-Value		

Tabel 4.6 diketahui bahwa nilai korelasi antara Variasi Jarak terhadap penyisihan TSS sebesar 0,894. Artinya hubungan antara variasi jarak terhadap persentase penyisihan TSS kuat karena mendekati 1. Untuk nilai probabilitas antara variasi jarak terhadap persentase penyisihan TSS sebesar 0,001 ($<0,05$) maka hipotesis (H_0) ditolak. Artinya nilai persentase penyisihan terhadap variasi jarak signifikan. Hubungan antara kedua variabel searah, hal ini di tunjukkan dengan nilai koefesien korelasi yang positif, yang berarti jika semakin panjang variasi jarak maka semakin besar peningkatan persentase penyisihan TSS.

Nilai korelasi antara waktu operasi terhadap persentase penyisihan TSS sebesar 0,400. Artinya hubungan antara waktu operasi terhadap persentase penyisihan lemah karena mendekati 0. Untuk nilai probabilitas waktu operasi terhadap penyisihan TSS sebesar 0,286 ($>0,05$) maka menerima hipotesis (H_0). Artinya nilai korelasi persentase penyisihan TSS terhadap waktu operasi tidak signifikan. Hubungan antara variasi waktu operasi terhadap persentase penyisihan TSS searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai

korelasi, yang berarti semakin besar waktu operasi maka persentase penyisihan TSS semakin meningkat.

4.4.1.2 Analisis Korelasi Persentase Penyisihan COD Dengan Waktu Operasi dan Variasi jarak Elektroda

Uji Korelasi persentase penyisihan COD dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7. Analisis Korelasi Antara % Penyisihan COD Dengan Waktu Operasi Dan Variasi Jarak Elektroda

Correlations: presentase penyisihan COD, waktu Pengambilan, Variasi Jarak		
	Persentase penyisi	Variasi jarak
Variasi jarak	0.899 0.001	
Waktu operasi	0.423 0.257	0.000 1.000
Cell Contents: Pearson correlation P-Value		

Tabel 4.7 diketahui bahwa nilai korelasi antara Variasi Jarak terhadap penyisihan COD sebesar 0,899. Artinya hubungan antara variasi jarak terhadap persentase penyisihan COD kuat karena mendekati 1. Untuk nilai probabilitas antara variasi jarak terhadap persentase penyisihan COD sebesar 0,001 ($<0,05$) maka hipotesis (H_0) ditolak. Artinya nilai persentase penyisihan terhadap variasi jarak signifikan. Hubungan antara kedua variabel searah, hal ini di tunjukkan dengan nilai koefisien korelasi yang positif, yang berarti jika semakin panjang variasi jarak maka semakin besar peningkatan persentase penyisihan COD.

Nilai korelasi antara waktu operasi terhadap persentase penyisihan COD sebesar 0,423. Artinya hubungan antara waktu operasi terhadap persentase penyisihan lemah karena mendekati 0. Untuk nilai probabilitas waktu operasi terhadap penyisihan TSS sebesar 0,257 ($>0,05$) maka menerima hipotesis (H_0). Artinya nilai korelasi persentase penyisihan TSS terhadap waktu operasi

tidak signifikan. Hubungan antara variasi waktu operasi terhadap persentase penyisihan TSS searah hal ini ditunjukkan dengan nilai positif pada nilai korelasi, yang berarti semakin besar waktu operasi maka persentase penyisihan COD semakin meningkat.

4.4.2 Analisis Regresi

Analisis regresi digunakan untuk mengetahui besarnya hubungan antara variabel respons dan variabel prediktor, sehingga diketahui ketepatan atau signifikansi prediksi dari hubungan atau korelasi data. Variabel respons adalah variabel yang dipengaruhi suatu variabel prediktor. Sedangkan variabel prediktor digunakan untuk memprediksi nilai variabel respons. Kedua variabel dihubungkan dengan bentuk persamaan aritmatika dimana variabel respons dan variabel prediktor dalam model regresi harus berskala kontinyu. Artinya bahwa skala data untuk kedua variabel harus ratio atau interval (Iriawan, 2004).

Pada analisis regresi juga diperlukan beberapa pengujian, yaitu :

- Uji T yang digunakan untuk mengetahui signifikansi koefisien dari variabel prediktor

Uji T mempunyai hipotesis bahwa :

H_0 = koefisien regresi tidak signifikan

H_1 = koefisien regresi signifikan

Dalam pengambilan keputusan, uji T membandingkan statistik T hitung dengan statistik T Tabel. Jika statistik T hitung < statistik T Tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Jika statistik T hitung > statistik T Tabel, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Sementara dasar pengambilan keputusan dapat dilihat dari daerah penolakan berdasarkan nilai probabilitas, yaitu :

- Jika probabilitas $\geq 0,05$, maka H_0 diterima
- Jika probabilitas < 0,05 , maka H_0 ditolak

4.4.2.1 Analisis Regresi Persentase Penyisihan TSS Dengan Waktu Operasi dan Variasi jarak Elektroda

Uji Regresi persen penyisihan TSS dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8. Analisis Regresi Antara % Penyisihan TSS Dengan Waktu Operasi Dan Variasi Jarak Elektroda

Regression Analysis: presentase p versus waktu operas, Variasi jara					
The regression equation is					
Persentase TSS = 11.0 + 17.3 jarak + 0.172 waktu					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	11.021	5.446	2.02	0.089	
Variasi jarak	17.320	1.578	10.98	0.000	1.000
Waktu operai	0.17222	0.03506	4.91	0.003	1.000
S = 3.86426 R-Sq = 96.0% R-Sq(adj) = 94.7%					

- Keterangan :
- S = Standar deviasi model.
 - R-Sq (R²) = Koefisien determinasi.
 - R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan.
 - T = Nilai statistik.
 - P = Nilai probabilitas
 - DF = Derajat bebas
 - SS = Variasi residual
 - MS = Mean Square
 - F = Nilai statistic Uji
 - P = Nilai probabilitas
 - VIF = Variance Inflation Factor

Pada tabel 4.8 dapat kita ketahui :

Analisis regresi yang dilakukan, model regresi yang didapat yaitu :

$$Y = 11,0 + 17,33 X_1 + 0,172 X_2$$

Dimana :

Y = Persentase Penyisihan TSS

X_1 = Variabel jarak

X_2 = Variabel Waktu operasi

Berdasarkan Tabel 4.8 dapat dilihat dari nilai VIF, yaitu sebesar 1,000. Apabila $VIF < 5$ maka tidak adanya multikolinear dalam model. Sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat melalui analisis regresi yang dilakukan. Analisa regresi ini memiliki persamaan $Y = 11,0 + 17,33 X_1 + 0,172 X_2$, di mana Y adalah persentase penyisihan TSS (%), X_1 adalah variabel jarak, X_2 adalah Variabel waktu operasi. Konstanta regresi sebesar 11,00. Variabel Jarak (X_1) menyatakan bahwa setiap penambahan jarak sebesar 1 cm dalam pengambilan sampel akan menaikkan persentase penyisihan TSS sebesar 17,33% dan (X_2) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu 45 menit dalam pengambilan sampel akan menaikkan persentase penyisihan TSS sebesar 0,172%.

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R^2) sebesar 96 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi TSS dipengaruhi oleh variasi jarak dan waktu operasi sedangkan sisanya 4% penurunan penyisihan TSS dipengaruhi oleh faktor lainnya.

Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas berdasarkan nilai t di mana dilakukan untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha,df}$ dari tabel distribusi t didapat $t_{(0,05,6)} = 1,943$ Untuk variabel jarak elektroda t hitung output > statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi signifikan. Untuk variabel waktu operasi t hitung output > statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi signifikan. Untuk t konstanta > statistik t tabel maka kesimpulan koefisien regresi signifikan

Nilai probabilitas terlihat pada kolom untuk variasi jarak elektroda sebesar 0,000. Sedangkan untuk variasi waktu operasi sebesar 0,003 . Untuk variasi jarak elektroda probabilitasnya < 0,05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien regresi signifikan. Untuk variasi waktu operasi probabilitasnya < 0,05 sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima atau koefisien

regresi signifikan. Untuk t konstanta probabilitasnya > 0,05 sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak atau koefisien regresi tidak signifikan.

4.4.2.2 Analisis Regresi Persentase Penyisihan COD Dengan Waktu Operasi dan Variasi jarak Elektroda

Uji Regresi persen penyisihan COD dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9. Analisis Regresi Antara % Penyisihan COD Dengan Waktu Operasi Dan Variasi Jarak Elektroda

Regression Analysis: presentase p versus waktu operas, Variasi jara					
The regression equation is					
Persentase COD = - 0.85 + 16.5 jarak + 0.173 waktu					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	-0.854	2.961	-0.29	0.783	
Variasi jarak	16.5450	0.8576	19.29	0.000	1.000
Waktu operai	0.17289	0.01960	9.07	0.000	1.000
S = 2.10071 R-Sq = 98.7% R-Sq(adj) = 98.3%					

- Keterangan :
- S = Standar deviasi model.
 - R-Sq (R^2) = Koefisien determinasi.
 - R-Sq (adj) = Koefisien determinasi yang disesuaikan.
 - T = Nilai statistik.
 - P = Nilai probabilitas
 - DF = Derajat bebas
 - SS = Variasi residual
 - MS = Mean Square
 - F = Nilai statistic Uji
 - P = Nilai probabilitas
 - VIF = Variance Inflation Factor

Pada tabel 4.9 dapat kita ketahui :

Analisis regresi yang dilakukan, model regresi yang didapat yaitu :

$$Y = -0,85 + 16,5 X_1 + 0,173 X_2$$

Dimana :

Y = Persentase Penyisihan COD

X₁ = Variabel jarak

X₂ = Variabel Waktu operasi

Berdasarkan Tabel 4.9 dapat dilihat dari nilai VIF, yaitu sebesar 1,000. Apabila VIF < 5 maka tidak adanya multikolinear dalam model. Sehingga model regresi ini dikatakan sudah tepat melalui analisis regresi yang dilakukan, analisa regresi ini memiliki persamaan $Y = -0,85 + 16,5 X_1 + 0,173 X_2$ di mana Y adalah persentase penyisihan COD (%), X₁ adalah variabel jarak, X₂ adalah variable waktu operasi. Konstanta regresi sebesar -0,85. Variabel jarak (X₁) menyatakan bahwa setiap penambahan jarak sebesar 1 cm dalam pengambilan sampel akan menaikkan persentase penyisihan COD sebesar 16,5% dan (X₂) menyatakan bahwa setiap penambahan waktu 45 menit dalam pengambilan sampel akan menaikkan persentase penyisihan COD sebesar 0,173%.

Hasil analisis regresi juga didapatkan koefisien determinasi (R Square = r^2) sebesar 98,7 %. Hal ini berarti persentase penyisihan konsentrasi COD dipengaruhi oleh variasi jarak dan waktu operasi sedangkan sisanya 4% penurunan penyisihan COD dipengaruhi oleh faktor lainnya.

Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas berdasarkan nilai t di mana dilakukan untuk menguji signifikan konstanta dan variabel bebas, untuk taraf signifikansi (α) sebesar 5 %, maka $t_{\alpha,df}$ dari tabel distribusi t didapat $t_{(0,05,6)} = 1,943$. Untuk variasi jarak elektroda t hitung output > statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi signifikan. Untuk variasi waktu operasi t hitung output > statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi signifikan. Untuk t konstanta < statistik t tabel maka kesimpulannya koefisien regresi tidak signifikan.

Nilai probabilitas terlihat pada kolom untuk variasi jarak elektroda sebesar 0,000. Sedangkan untuk variasi waktu operasi sebesar 0,000 . Untuk variasi jarak elektroda probabilitasnya < 0,05 sehingga H₀ ditolak dan H₁ diterima atau koefisien regresi signifikan. Untuk variasi waktu operasi probabilitasnya < 0,05 sehingga H₀ ditolak dan H₁ diterima atau koefisien

regresi signifikan. Untuk t konstanta probabilitasnya $> 0,05$ sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak atau koefisien regresi tidak signifikan

4.4.3 Analisis Anova

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh antara jenis dan variasi jarak antar elektroda terhadap persentase penyisihan COD dan TSS maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA. Dalam uji anova ini terdapat :

Hipotesis

H_0 : Ke - 3 rata - rata perlakuan sama.

H_1 : Ke - 3 rata - rata perlakuan tidak sama.

Pengambilan keputusan

Untuk nilai Probabilitas

- Jika probabilitas $> 0,05$, H_0 diterima
- Jika probabilitas $< 0,05$, H_0 ditolak

Untuk nilai F

- Jika stasistik hitung (nilai F hitung) $>$ statistik tabel (tabel F), maka H_0 ditolak
- Jika stasistik hitung (nilai F hitung) $<$ statistik tabel (tabel F), maka H_0 diterima

4.4.3.1 Analisis Anova Persentase Penyisihan TSS Dengan Waktu Operasi Dan Variasi Jarak Elektroda.

Hasil uji ANOVA dengan minitab 15, persen penyisihan TSS dapat dilihat pada tabel 4.10

Tabel 4.10. Uji Anova % Penyisihan TSS Terhadap Variasi Jarak ; Waktu

Two-way ANOVA: presentase penyisihan TSS versus Variasi Jarak Elektroda ; Waktu					
Source	DF	SS	MS	F	P
jarak	2	1834,39	917,197	66,93	0,001
waktu	2	360,65	180,327	13,16	0,017
Error	4	54,82	13,704		
Total	8	2249,86			
S = 3,702 R-Sq = 97,56% R-Sq(adj) = 95,13%					

Keterangan

DF	= Derajat Bebas
SS	= Variasi Residual
MS	= Mean Square
F	= Nilai Statistik Analisis
P	= Nilai Probabilitas (dengan $\alpha = 0,05$)
N	= Number
Mean	= Nilai rata-rata
StDev	= Standar Deviasi

Berdasarkan tabel 4.10 nilai F hitung pada variable jarak sebesar 66,93 dan jika dilihat dari tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05,2,4)}$ adalah 6,94. Karena nilai F hitung lebih kecil dari nilai F tabel maka keputusannya adalah menerima hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas 0,001 ($<0,05$), maka H_0 ditolak Artinya ketiga perlakuan pada variable jarak elektroda adalah tidak sama.

Berdasarkan tabel 4.10 nilai F hitung pada variable waktu sebesar 13,16 dan jika dilihat dari tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05,2,4)}$ adalah 6,94. Karena nilai F hitung lebih kecil dari nilai F tabel maka keputusannya adalah menerima hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas 0,017 ($<0,05$), maka H_0 ditolak Artinya ketiga perlakuan pada variabel waktu operasi adalah tidak sama.

4.3.2.2 Analisis Anova Persentase Penyisihan COD Dengan Waktu Operasi Dan Variasi Jarak Elektroda.

Hasil uji ANOVA dengan minitab 15, persen penyisihan TSS dapat dilihat pada tabel 4.11

Tabel 4.11. Uji Anova % Penyisihan COD Terhadap Variasi Jarak ; Waktu

Two-way ANOVA: presentase penyisihan COD versus variasi jarak;waktu					
Source	DF	SS	MS	F	P
jarak	2	1642,54	821,271	132,04	0,000
waktu	2	364,65	182,325	29,31	0,004
Error	4	24,88	6,220		
Total	8	2032,07			

S = 2,494 R-Sq = 98,78% R-Sq(adj) = 97,55%

Keterangan

- DF = Derajat Bebas
- SS = Variasi Residual
- MS = Mean Square
- F = Nilai Statistik Analisis
- P = Nilai Probabilitas (dengan $\alpha = 0,05$)
- N = Number
- Mean = Nilai rata-rata
- StDev = Standar Deviasi

Berdasarkan tabel 4.11 nilai F hitung pada variable jarak sebesar 132,04 dan jika dilihat dari tabel distribusi F, nilai $F_{(0.05,2,4)}$ adalah 6,94. Karena nilai F hitung lebih besar dari nilai F tabel maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas 0,000 ($<0,05$), maka H_0 ditolak Artinya ketiga perlakuan pada variabel jarak elektroda adalah tidak sama atau ada perbedaan.

Berdasarkan tabel 4.11 nilai F hitung pada variabel waktu sebesar 29,31 dan jika dilihat dari tabel distribusi F, nilai $F_{(0,05,2,6)}$ adalah 5,14. Karena nilai F hitung lebih besar dari nilai F tabel maka keputusannya adalah menolak hipotesis awal (H_0). Dengan nilai probabilitas 0,004 ($<0,05$), maka H_0 ditolak Artinya ketiga perlakuan pada waktu operasi adalah tidak sama atau ada perbedaan.

4.5. Pembahasan Pengolahan Limbah Cair Menggunakan Elektrokoagulasi Konfigurasi Bipolar

4.5.1. Pengaruh variabel jarak elektroda dan waktu operasi Terhadap Penyisihan Konsentrasi COD

Pada uji Anova, variabel jarak elektroda terhadap penyisihan konsentrasi COD adalah tidak sama atau ada perbedaan pada ketiga perlakuan variabel jarak elektroda. Perbedaan ini menyatakan bahwa dalam variabel jarak elektroda mempunyai range yang cukup untuk membedakan persentase penyisihan COD. Selain itu pada uji korelasi menunjukkan pengaruh jarak elektroda terhadap persen penyisihan konsentrasi COD adalah signifikan dan nilai positif pada hubungan jarak elektroda terhadap persen penyisihan COD menunjukkan hubungan yang searah. Hasil analisa regresi menunjukkan hal yang sama, dengan tidak adanya model multikolinear atau nilai koefisien regresi positif, sama dengan output korelasi. Koefisien regresi antara variabel jarak elektroda terhadap persen penyisihan COD signifikan. Pada analisa deskriptif dapat dilihat persentase penyisihan tertinggi terjadi pada jarak 2,5 cm pada menit ke 180 yaitu sebesar 82,35 % dan persentase penyisihan terendah terjadi pada jarak 0,5 cm ke menit 90 yaitu sebesar 29,41 %.

Berdasarkan *Putero, S. H, et.al, 2008* besarnya jarak antar elektroda mempengaruhi besarnya hambatan elektrolit. Semakin besar jaraknya semakin besar hambatan. Sehingga arus yang mengalir semakin kecil. Tetapi berdasarkan *Elfrida Siring-Ringo, 2012* yang menggunakan variabel jarak (2 cm, 4 cm, 6 cm, 7 cm, 8 cm), Jarak elektroda yang terlalu dekat mengakibatkan kejenuhan terhadap elektroda. Karena kejenuhan tersebut mengakibatkan tidak ada pengaruh medan magnet yang menarik ion ion aluminium terhadap senyawa organik pada plat

elektroda sehingga polutan yang terikat oleh ion ion akan berkurang. Range yang optimum dalam penggunaan jarak elektroda menurut Elfrida Siring adalah 2 cm.

Pada penelitian ini dengan jarak elektroda 0,5 cm, 1,5 cm, 2,5 cm, dimana pada jarak 0,5 dan 1,5 yang terlalu dekat mengakibatkan tidak ada pengaruh medan magnet. Sehingga mengakibatkan kejenuhan terhadap elektroda. Pada kondisi ini terjadi pembentukan oksigen dan hidrogen pada elektroda menyebabkan proses oksidasi dan reduksi. Pembentukan oksigen di anoda menyebabkan meningkatnya suplai oksigen pada air limbah (Hudori, 2008). Suplai oksigen merupakan faktor yang sangat berperan dalam penurunan konsentrasi COD (Alaerts dan Santika, 1987). Gelembung gas yang dihasilkan H_2 akan membawa polutan yang diolah untuk naik ke permukaan (flotasi) dimana flok tersebut dengan mudah terkonsentrasi, dikumpulkan dan dipisahkan (Mollah *et.al.*, 2004). Sedangkan pada jarak 2,5 terjadi proses elektrokoagulasi dimana terjadi pelepasan Al^{3+} dari pelat anoda sehingga membentuk flok $Al(OH)_3$ yang mampu mengikat zat organik yang terdapat pada COD merupakan partikel koloid bermuatan negatif. (Suaib, 1994). Proses pengikatan flok terjadi pada bak koagulasi dimana dalam proses tersebut dibantu dengan pengadukan cepat 200 rpm, flok flok yang mengandung zat organik dalam COD kemudian di satukan menjadi inti flok di bak flokulasi dengan pengadukan lambat 40 rpm. Kandungan organik dalam COD yang sudah menjadi inti flok kemudian diendapkan di bak sedimentasi. Kandungan COD dalam limbah sablon selain terendapkan juga bisa dibawa naik keatas permukaan (flotasi).

Pada uji anova untuk variasi waktu operasi terhadap penyisihan konsentrasi COD adalah tidak sama atau ada perbedaan pada ketiga perlakuan variasi waktu operasi. Perbedaan ini menyatakan bahwa dalam variasi waktu operasi mempunyai range yang cukup untuk membedakan persen penyisihan COD. Selain itu pada uji korelasi menunjukkan pengaruh waktu operasi terhadap persen penyisihan konsentrasi COD adalah tidak signifikan dan nilai positif pada hubungan waktu operasi terhadap persen penyisihan COD menunjukkan hubungan yang searah. Hasil analisa regresi menunjukkan hal yang sama, dengan tidak adanya model multikolinear atau nilai koefisien regresi positif, sama dengan

output korelasi. Koefisien regresi antara variasi waktu operasi terhadap persen penyisihan COD signifikan. Tetapi Koefisien regresi antara variasi waktu operasi terhadap persen penyisihan COD sangat lemah karena terlihat pada persamaan regresinya, variable waktu hanya berpengaruh 0,172 terhadap konsentrasinya.

Pada analisa deskriptif dapat dilihat persentase penyisihan tertinggi terjadi pada menit ke 180 dengan jarak elektroda 2,5 cm yaitu sebesar 70,54 %. Persentase penyisihan terendah terjadi pada menit ke 90 dengan jarak elektroda 0,5 cm yaitu sebesar 5,58 %. Lamanya waktu operasi berfungsi untuk memberikan waktu untuk proses flokulasi dan sedimentasi setelah proses pengadukan cepat dengan elektroda, selanjutnya flok yang telah terbentuk pada bak pengadukan cepat dengan elektroda dapat saling mengikat membentuk flok-flok yang lebih besar agar bisa mengendap pada bak sedimentasi. Konsentrasi COD tertinggi pada elektrokoagulasi bipolar aliran kontinyu telah memenuhi efisiensi kemampuan penyisihan COD yang dilihat dari persen removal untuk sedimentasi menggunakan koagulan yaitu 30-40% (Metcalf dan Eddy, 1991).

Konsentrasi akhir jika dibandingkan dengan Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa Timur berdasarkan Keputusan Gubernur Jawa Timur No: 45 Tahun 2002 COD sebesar 150 mg/L. Hasil pengolahan limbah sablon menggunakan elektrokoagulasi bipolar aliran kontinyu belum memenuhi standar baku mutu limbah cair. Kurang efektifnya pengolahan limbah sablon menggunakan elektrokoagulasi bipolar aliran kontinyu dalam penelitian ini disebabkan karena jarak elektroda pada penelitian ini terlalu dekat dan kandungan bahan organik maupun anorganik dalam limbah yang tinggi. Faktor yang harus diperhatikan dalam menurunkan konsentrasi adalah jarak elektroda. Dalam merencanakan jarak elektroda jangan terlalu dekat. Mengakibatkan tidak ada pengaruh medan magnet yang menarik ion ion alumunium terhadap senyawa organik pada plat elektroda sehingga polutan yang terikat oleh ion ion akan berkurang (Elfrida Siring-Ringo, 2012)

4.5.2. Pengaruh variabel jarak elektroda dan waktu operasi Terhadap Penyisihan Konsentrasi TSS

Pada uji anova, variabel jarak elektroda terhadap penyisihan konsentrasi TSS adalah tidak sama atau ada perbedaan pada ketiga perlakuan variasi jarak elektroda. Perbedaan ini menyatakan bahwa dalam variabel jarak elektroda mempunyai range yang cukup untuk membedakan persentase penyisihan TSS. Selain itu pada uji korelasi menunjukkan pengaruh jarak elektroda terhadap persen penyisihan konsentrasi TSS adalah signifikan dan nilai positif pada hubungan kecepatan putaran terhadap persen penyisihan TSS menunjukkan hubungan yang searah. Hasil analisa regresi menunjukkan hal yang sama, dengan tidak adanya model multikolinear atau nilai koefisien regresi positif, sama dengan output korelasi. Koefisien regresi antara jarak elektroda terhadap persen penyisihan TSS signifikan. Hasil analisis uji statistik diatas dapat diketahui bahwa pengaruh jarak elektroda terhadap penyisihan TSS lemah atau tidak signifikan

Menurut Davis and Cornwell (1991) dalam Enrico (2008) bahwa *Total Suspended Solid* (TSS) merupakan zat padat tersuspensi bersifat organik dan anorganik yang pada proses penyisihannya dipengaruhi oleh terbentuknya flok-flok menjadi ukuran yang lebih besar (flokulasi) dan proses pengendapan (sedimentasi).

Pada analisa deskriptif persentase penyisihan tertinggi terjadi pada jarak elektroda 2,5 cm pada menit ke 180 yaitu sebesar 82,35 % dan persentase penyisihan terendah terjadi pada jarak elektroda 0,5 cm ke 90 yaitu sebesar 29,41 %. Berdasarkan Putero, S. H et.al. 2008, Besarnya jarak antar elektroda mempengaruhi besarnya hambatan elektrolit, semakin besar jaraknya semakin besar hambatan, sehingga semakin kecil arus yang mengalir. Tetapi berdasarkan Elfrida Siring-Ringo, 2012 yang menggunakan variable jarak (2 cm, 4 cm, 6 cm, 7 cm, 8 cm), Jarak elektroda yang terlalu dekat mengakibatkan kejenuhan terhadap elektroda. Karena kejenuhan tersebut mengakibatkan tidak ada pengaruh medan magnet yang menarik ion ion aluminium terhadap senyawa organik pada plat elektroda sehingga polutan yang terikat oleh ion ion akan berkurang. Range yang optimum dalam penggunaan jarak elektroda menurut Elfrida Siring adalah 2 cm.

Pada penelitian ini dengan jarak elektroda 0,5 cm, 1,5 cm, 2,5 cm, dimana pada jarak 0,5 dan 1,5 yang terlalu dekat mengakibatkan tidak ada pengaruh medan magnet. Sehingga mengakibatkan kejenuhan pada elektroda. Pada kondisi ini terjadi pembentukan oksigen dan hidrogen pada elektroda menyebabkan proses oksidasi dan reduksi. Pembentukan oksigen di anoda menyebabkan meningkatnya suplai oksigen pada air limbah (Hudori, 2008). Gelembung gas yang dihasilkan H_2 akan membawa polutan yang diolah untuk naik ke permukaan (flotasi) dimana flok tersebut dengan mudah terkonsentrasi, dikumpulkan dan dipisahkan (Mollah *et.al.*, 2004). Proses flotasi ini ditandai dengan adanya buih yang berada dipermukaan air limbah. Sedangkan pada jarak 2,5 terjadi proses elektrokoagulasi. Dimana Mekanisme pengendapan flok $Al(OH)_2$ pada bak elektrokoagulasi mengikuti prinsip koagulasi flokulasi. Karena adanya pertumbuhan massa flok sehingga berat jenis flok menjadi besar dan akhirnya mengendap. Pengikatan flok pada proses elektrokoagulasi ini dibantu dengan proses pengadukan (Andik yulianto 2009). Mekanisme elektrokoagulasi dalam penurunan konsentrasi TSS dimulai dari bak koagulasi disini terjadi proses elektrolisis. Terjadi pelepasan Al^+ pada elektroda yang mengikat flok flok yang berada pada limbah dengan pengadukan cepat 200 rpm. Selanjutnya ke proses flokulasi dimana flok flok kecil tersebut digabungkan menjadi inti flok dengan bantuan pengadukan lambat 40rpm, keproses selanjutnya diendapkan secara grafitasi dalam bak sedimentasi untuk memisahkan suspended solid.

Pada uji anova untuk variasi waktu operasi terhadap penyisihan konsentrasi TSS adalah tidak sama atau ada perbedaan pada ketiga perlakuan variasi waktu operasi. Perbedaan ini menyatakan bahwa dalam variasi waktu operasi mempunyai range yang cukup untuk membedakan persen penyisihan TSS. Selain itu pada uji korelasi menunjukkan pengaruh waktu operasi terhadap persen penyisihan konsentrasi TSS adalah tidak signifikan dan nilai positif pada hubungan waktu operasi terhadap persen penyisihan TSS menunjukkan hubungan yang searah. Hasil analisa regresi menunjukkan hal yang sama, dengan tidak adanya model multikolinear atau nilai koefisien regresi positif. Koefisien regresi antara variasi waktu operasi terhadap persen penyisihan TSS sangat lemah karena

terlihat pada persamaan regresinya, variable waktu hanya berpengaruh 0,173 terhadap konsentrasinya.

Pada analisa deskriptif dapat dilihat persentase penyisihan tertinggi terjadi pada menit ke 180 dengan jarak elektroda 2,5 cm yaitu sebesar 82,35 %. Persentase penyisihan terendah terjadi pada menit ke 90 dengan jarak elektroda 0,5 cm yaitu sebesar 29,41 %. Terjadi peningkatan presentase penyisihan TSS jika waktu operasi semakin lama. Hal ini disebabkan dengan waktu operasi yang digunakan semakin lama memberikan kesempatan pada air limbah untuk mengalami proses elektrokoagulasi, flokulasi, dan sedimentasi yang lama juga. Terjadi pengendapan partikel flokulen dan interaksi antar partikel. Sehingga ukuran meningkat dan kecepatan pengendapan bertambah sehingga penyisihan TSS juga meningkat. Lamanya waktu operasi berfungsi untuk memberikan waktu untuk proses flokulasi dan sedimentasi setelah proses pengadukan cepat dengan elektroda, selanjutnya flok yang telah terbentuk pada bak pengadukan cepat dengan elektroda dapat saling mengikat membentuk flok-flok yang lebih besar agar bisa mengendap pada bak sedimentasi. Konsentrasi TSS tertinggi pada elektrokoagulasi bipolar aliran kontinyu ini telah memenuhi efisiensi yang dilihat dari persen removal TSS untuk sedimentasi menggunakan koagulan yaitu 50-65% (Metcalf dan Eddy, 1991).

Konsentrasi akhir jika dibandingkan dengan Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa Timur berdasarkan Keputusan Gubernur Jawa Timur No: 45 Tahun 2002 TSS sebesar 50 mg/L. Hasil pengolahan limbah sablon menggunakan elektrokoagulasi bipolar aliran kontinyu belum memenuhi standar baku mutu limbah cair. Kurang efektifnya pengolahan limbah sablon menggunakan elektrokoagulasi bipolar aliran kontinyu dalam penelitian ini disebabkan karena kandungan bahan organik maupun anorganik pada TSS yang tinggi. Faktor yang mempengaruhi penurunan konsentrasi adalah jarak elektroda. Dalam merencanakan jarak elektroda jangan terlalu dekat. Karena mengakibatkan tidak ada pengaruh medan magnet yang menarik ion ion alumunium terhadap senyawa organik pada plat elektroda sehingga polutan yang terikat oleh ion ion akan berkurang (Elfrida Siring-Ringo, 2012)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Proses elektrokoagulasi konfigurasi bipolar aliran kontinyu mampu meremovel konsentrasi COD sebesar 70,54% dengan konsentrasi akhir COD adalah 200 mg/l dari kadar konsentrasi awal COD yaitu 679 mg/l.
2. Proses elektrokoagulasi konfigurasi bipolar aliran kontinyu mampu meremovel konsentrasi TSS sebesar 82,35% dengan konsentrasi akhir TSS adalah 63 mg/l dari konsentrasi awal TSS yaitu 357 mg/l.
3. Jarak optimum elektroda dalam penelitian ini adalah 2,5 cm. Pada jarak tersebut terjadi proses elektrokoagulasi.

5.2. Saran

Saran yang dapat diusulkan sehubungan dengan penelitian lebih lanjut adalah :

1. Hasil penelitian elektrokoagulasi konfigurasi bipolar aliran kontinyu dapat dijadikan dalam pengolahan limbah cair sablon di “Roemah Cetak” tetapi perlu adanya pengolahan lanjutan dikarenakan konsentrasi COD dan TSS masih melampui standart baku mutu.
2. Perlu penelitian lebih lanjut tentang ketebalan plat elektroda terhadap proses koagulasi. Semakin tebal plat elektroda maka daya tarik elektrostatisnya dalam mereduksi dan mengoksidasi ion logam dalam larutan akan lebih besar.
3. Penelitian selanjutnya perlu meninjau besarnya tegangan dalam proses elektrokoagulasi. Tegangan dalam proses elektrokoagulasi berfungsi untuk mempercepat ion bermuatan membentuk flok.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan parameter lain pada air limbah sablon seperti BOD, minyak, warna.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G dan Santika, S.S, 1987. Metode Penelitian Air. Penerbit Usaha Nasional. Surabaya.
- Anonim, 2002. Keputusan Gubernur Jawa Timur No.45 Tahun 2002. Baku mutu limbah cair industri. Propinsi Jawa timur
- Bambang, Mining. 2010 Pengolahan Limbah Cair Tekstil Menggunakan Proses Elektrokoagulasi dengan Sel Al-Al. Skripsi Tekni Kimia. Universitas Jendral Ahmad Yani. Yogyakarta
- Chang, R. 2002. Kimia Dasar Edisi Ke 3 Jilid 1. Erlangga. Jakarta.
- Elfrida Siring- Ringo. 2012. Menggunakan Metode Elektrokoagulasi Pada Pengolahan Limbah Industri Penyamakan Kulit Menggunakan Aluminium Sebagai Sacrificial Elektrode. Universitas Pendidikan Indonesia
- Farooqui, MS, 2004. Combined Electrocoagulation processes for the treatment of municipal wastewater. Civil Engineering.
- Heiss, C. W. 2008 Electrocoagulation Reactor and Water Treatment System and Method. Denver, CO United State.
- Holt, P. K., Barton, G.W., and Michell, C.A. 2001. The Role of Current in Determining Pollutant Removal in a Batch Electrocoagulation Reactor. Conference Media CD. Melbourne, Australia.
- Holt, P. 2002. Electrocoagulation : Unravelling and Synthetising the Mechanisms Behind a Water Treatment Process. Departement of Chemical Engineering. University of Sydney.
- Holt, P. K., Barton, G.W., and Michell, C.A. 2004. Dechiphering the Science Behind Electrocoagulation to Remove Suspended Clay Partcles From Water. Water Science and Technology.
- <http://library.binus.ac.id/eColls/eThesis/Bab2/LKN2006-143-Bab%202.pdf>
(diakses 11 Desember, 2012, 10:32:13)
- Hudori, 2008. Pengolahan Limbah Laundry dengan Menggunakan elektrokoagulasi. Central Library in Institute Technology Bandung.

- Iriawan, N dan Astuti, P, S, 2006. *Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Andi. Yogyakarta
- Masduqi, A dan Slamet, A. 2002. Satuan Operasi. Jurusan Teknik Lingkungan - FTSP. ITS. Surabaya
- Metcalf & Eddy, 2003, *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*, McGraw-Hill Inc, New York.
- Mollah. M, Schennach. R, Parga. JR, Cocke. DL, 2004. Fundamentals Present and Future Prespective of Electrocoagulation. *Manterial science. Journal Hazard Material*. Mesico.
- Putero, S. H, dkk. http://resporisitory.upi.edu/operator/upload/s_kim_0800953_Chapter2.pdf (diakses 11 Desember, 2012, 10:32:13)
- Rajesshwar, K. and Ibanez, J.G. 2005. *Environmental Electrochemistry*. Academic Press.
- Sandy. A.P. 2009. Penurunan COD Dan TSS Pada Limbah Cair Menggunakan Elektrokoagulasi Konfigurasi monopolar Aliran Kontinyu. Skripsi Teknik Lingkungan. ITN Malang.
- Sri laksana Bety. 1993. *Penangan Limbah Industri Pangan*. IPB Bandung
- Suaib, S. B. 1994. Pengaruh Rapat Arus Listrik, Jumlah dan Jenis Elektroda Terhadap Efektifitas Penurunan Warna Pada Air Gambut Dengan Proses Elektrokoagulasi. Jurusan Teknik Lingkungan Pascasarjana. ITB.
- Tim indocamp, 2010. *Peluang Usaha dan teknik cetak Sablon*. Jakarta
- Widya Pangesti. 2009. Efektivitas metode elektrokoagulasi dengan varuiasi jumlah lempeng besi dalam menurunkan kandungan BOD, COD, dan TSS pada air limbah Batik “ CV Batik Indah Raradjonggrang”. Yogyakarta
- Yulianto Andik. 2009. *Pengolahan Limbah Cair Industri Batik pada Skala Laboratorium dengan Menggunakan Metode Elektrokoagulasi*. Skripsi Teknik Lingkungan UII Yigyakarta



Ya Allah..

Terima kasih atas nikmat dan rahmat Mu yang agung. Hari ini hamba bahagia, sebuah perjalanan yang panjang dan berliku liku, telah kau berikan secercah cahaya terang. Meskipun hari esok penuh teka teki dan tanda tanya yang aku sendiri belum tahu jawabannya.

Di tengah malam aku bersujud, kupinta kepadaMu disaat aku kehilangan arah kumohon petunjukMu. Aku sering tersandung, terkadang air mata membasahi pipi ini tapi aku tak pernah takut dan tak pernah menyerah, karena aku takkan mau kalah, Aku akan terus dan berdoa tanpa mengenal putus asa.

Syukur alhamdulillah kini aku tersenyum dalam sujudmu. Kini kumengerti arti kesabaran dalam sebuah penantian, Sungguh menyimpan sejuta makna dan rahasia, Sungguh Berarti hikmah yang kau beri.

Suatu karya dapat tercipta karena beberapa bantuan dan doa orang orang terdekat. Untuk itu maka saya mengucapkan banyak banyak terima kasih, Hanya sebatas ucapan terima kasih lewat tulisan ini yang saya persembahkan

"Ibunda Ismini", "Ayahanda Suharjono", dan "Brother Yogik beserta istri"

Terima kasih telah memberi bantuan doa maupun semangat yang tak henti hentinya selalu menasehati. Tak ada keluh kesah di wajahmu dalam menghantar anakmu ke gerbang masa depan yang cerah tuk raih segenggam dan impian menjadi kenyataan.

Seorang sumber penyemangat, inspirasi, dan penyejuk hatiku "Titin Sugiarti"

Terima kasih telah memberi nasehat, ocehan untuk selalu mengerjakan skripsi. Terima kasih telah menemani abang dalam mencari jurnal maupun refrensi skripsi. Kamulah sumber semangat maupun inspirasi abang. Kamu sebagai malaikat yang diturunkan dari langit untuk selalu menjadi penerangan dikegelapan lorong.

Teman teman seperjuangan 2008 One soul

Banyak cerita maupun kesan selama kurang lebih 5 tahun semoga aja persaudaraan kita tak berhenti disini. Terimakasih sudah membantu yang tak bisa saya sebutkan satu persatu dalam penyusunan skripsi ini. Sukses selalu untuk Wati, Nana, Sofi, Bornes, Juve, apek yang telah lulus duluan. Untuk pateng, ucil, miftah, faris, toni, neli, vini, reza, endra kita sama sama lulus tahun ini semoga kita tidak nambah pengangguran yang ada. Untuk dedi, mad, opah, ipul, ivan, reti jangan pernah putus asa pintu keberhasilan menunggu kalian didepan.

Civitas teknik lingkungan..

Untuk para dosen yang telah mendidik selama kurang lebih 5 tahun, makasih sudah memberi ilmu semoga apa yang sudah beliau berikan bisa saya terapkan dimasyarakat. Untuk kakak tingkat maupun adik adik tingkat yang tidak bisa saya sebut satu satu makasih atas doa doanya.

Malang 29 Agustus 2013. At 09.54 pm

Lampiran I

Dokumentasi

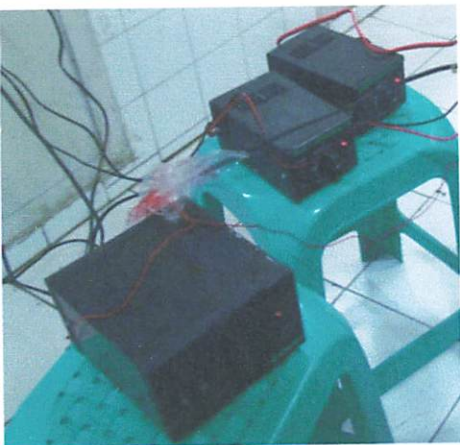


Rumah produksi



Tempat pengambilan sampel

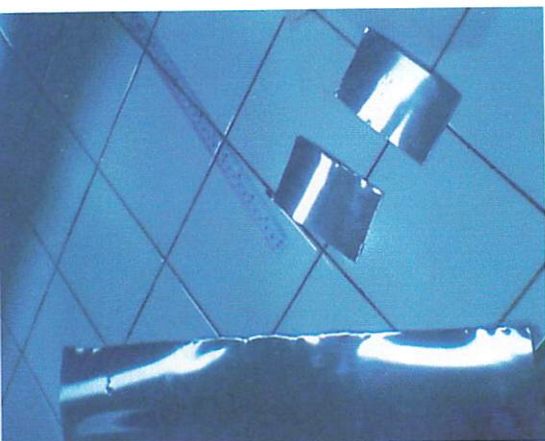




Adaptor



Hasil pengolahan



Elektroda aluminium



Reaktor elektrokoagulasi



Elektroda setelah dipakai



Sungai tempat pembuangan limbah

Lampiran II
Hasil Analisa



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
Jln. VETERAN TELP. (0341) 575838 MALANG 65145

LAPORAN HASIL ANALISA

NOMOR : LP.405/RT.5/T.1/R.O/TT.150803/2013

1. Data Konsumen :
Nama Konsumen : Nurul Hidayat
Instansi : ITN Malang
Alamat : Jln. Candi 3D no 440a
Telepon : 085649113944
Status : Mahasiswa
Keperluan Analisa : Penelitian

2. Sampling dilakukan : Oleh Konsumen

3. Identifikasi Sampel :
Nama Sampel : Limbah Sablon
Wujud : Cair
Warna : Biru Kehitam hitaman
Bau : Minyak

4. Prosedur Analisa : dari Lab Lingkungan Jurusan Kimia FMIPA Brawijaya

5. Penyampaian Hasil Analisa : langsung

6. Tanggal Terima Sampel : 8 April 2013

7. Data Hasil Analisa

No	Parameter	Kode	Hasil Analisa						Metode Analisa	Pereaksi
			I		II		III			
			Kadar	Satuan	Kadar	Satuan	Kadar	Satuan		
1		Awal	352		361		359			
2		E1	258		250		249			
3		E2	213		208		202			

4		E3	174		168		160			
5		F1	146		153		148			
6		F2	130		135		134			
7	TSS	F3	110	Mg/l	114	Mg/l	119	Mg/l		
8		G1	113		105		110		Gravimetri	
9		G2	82		80		87			
10		G3	62		61		68			
11		Awal	684		674		679			
12		H1	531		538		546			
13		H2	469		457		462			
14		H3	407		414		416			
15	COD	I1	423	Mg/l	398	Mg/l	417	Mg/l	Redoks	Am. Ferro sulfat
16		I2	354		370		361			
17		I3	283		310		299			
18		J1	283		276		271			
19		J2	273		252		261			
20		J3	195		206		199			

Catatan:

Hasil Analisa ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.

Malang, 15 April 2013

Kalab. Lingkungan,

Ir. Bambang Ismuyanto, MS.
NIP. 196005404 198603 1 003



Edi Priyo Utomo, MS.
NIP. 19571227 198603 1 003

Lampiran III

Metode Analisa Parameter

Analisa COD

1. Metode

Metode dengan alat spektrofotometri (UV-VIS spektrofotometri 1601).

2. Cara Kerja

2.1. Pelaksanaan Contoh Uji Air :

- a. Lakukan analisa contoh uji air dengan segera, kocok dengan kuat terutama yang mengandung suspensi tinggi.
- b. Pipet contoh uji air sebanyak 2,5 ml masukan dalam tabung mikro COD, tambahkan 1,5 ml larutan $K_2Cr_2O_7 - HgSO_4 \pm 0,02 N$ dan tambahkan 3,5 ml $H_2SO_4 - Ag_2SO_4$ Kocok.

2.2. Untuk Blanko lakukan sesuai dengan prosedur masing-masing tersebut diatas dengan menggunakan air suling dimana pelaksanaannya dilakukan sebelum analisa contoh uji air.

2.3. Setelah dilakukan analisa blanko, dilanjutkan dengan analisa larutan standar dengan langkah sesuai 1.1. persyaratan cek standar mengacu pada prosedur metode analisa dan validasi metode (QP/LKA/15)

2.4. Catat konsentrasi hasil analisa tersebut.

2.5. Perhitungan :

Bila konsentrasi tinggi maka dilakukan pengenceran dengan perhitungan :

$$C = A \times F$$

Dimana : C = Konsentrasi COD (Mg/L)

D = Konsentrasi Hasil Pengukuran Pada Spektrofotometri (Mg/L)

F = Faktor Pengenceran



Analisa TSS

1. Metode

Metode Gravimetri

2. Cara Kerja

2.1. Analisa Zat Padat Tersuspensi (TSS/ Total Suspended Solid)

- a. Letakan kertas saring yang sudah diketahui beratnya pada alat penyaringan
- b. Contoh uji air dalam botol dikocok, kemudian masukan sejumlah volume contoh uji ke dalam alat penyaring. Contoh uji yang disaring diperkirakan memiliki konsentrasi residu kering tertimbang antara $\pm 2,5$ s/d 20 mg.
- c. Saring contoh uji (operasikan alat penyaring)
- d. Ambil kertas saring dan letakan di atas cawan yang sudah diketahui berat tetapnya.
- e. Keringkan kertas saring dan cawan tersebut dalam oven pada suhu 103°C - 105°C (selama minimal 1 jam)
- f. Dinginkan kertas saring dan cawan dalam desikator hingga suhu ruang.
- g. Timbang dengan timbangan analitik
- h. Ulangi (minimal 1 x) langkah penyaringan, pendinginan dan penimbangan hingga berat tetap (selisih berat tidak lebih dari 4 % atau 0,5 mg)
- i. Catat beratnya dan hitung jumlah zat padat tersuspensi
- j. Perhitungan :

$$\text{Jumlah Zat Padat Tersuspensi} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji (l)}}$$

Dimana : A = Berat Cawan, Kertas saring dan residu (g)

 B = Berat kertas saring dan cawan kosong (g)

Lampiran IV

Lembar Asistensi

PERBAIKAN SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Pada ujian Skripsi untuk mahasiswa/i :

Nama : NURUL HIDAYAT

NIM : 0826018

yang dilaksanakan pada : **Sabtu, 3 Agustus 2013**

dengan Judul Skripsi :

Penurunan TSS dan COD Pada Limbah Cair Industri Sablon Menggunakan Elektrokoagulasi Konfigurasi Bipolar Aliran Kontinyu (Studi Kasus: Limbah Cair Industri Sablon Di Wagir Kabupaten Malang)

dengan perbaikan sebagai berikut :

1. - Penulisan - Referensial Jurnal Nama family cek ✓
2. - Limbah 75 L/hari cek → bab 2 ✓
3. - Pemahaman materi diperdalam ✓
4. - Cihet Catatan & laporan
- 5.
- 6.

Ace
Susun
21/8 2013
laporan → Gius

Malang, 2009
Dosen Penguji



PERBAIKAN SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Pada ujian Skripsi untuk mahasiswa/i :

Nama : NURUL HIDAYAT

NIM : 0826018

yang dilaksanakan pada : **Sabtu, 3 Agustus 2013**

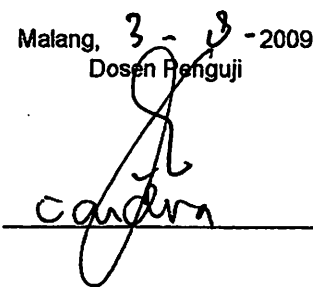
dengan Judul Skripsi :

Penurunan TSS dan COD Pada Limbah Cair Industri Sablon Menggunakan Elektrokoagulasi Konfigurasi Bipolar Aliran Kontinyu (Studi Kasus: Limbah Cair Industri Sablon Di Wagir Kabupaten Malang)

dengan perbaikan sebagai berikut :

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....
- 6.....

Malang, 3 - 8 - 2009
Dosen Penguji


Candran



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Malang

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Nurul Hidayat
Nim : 08-26-018
Program Studi : T. lingkungan
Pembimbing : P. Ev. Hendrianti ST. MMT

No	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
1.	5/4'13.	Gusun. Bab 12: hasil-penelitian.	
2.	10/4'13.	(1) revisi penulisan → kata jwb grafik, terapan tabel, dll. (2) pengiraan hasil. uji dari UB.	
3.	18/4'13.	Analisa deskriptif &	
4.	24/4'13.	Coba analisa konsep & revisi	
5.	30/4'13	Uda. & rapitan penulisan.	
6.	2/5'	Uda. ; pelajari & tentukan dulu dalam asistensi.	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Malang

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Nurul Hidayat
Nim : 0826018
Program Studi : T. Lingkuangpu
Pembimbing : Evi Hendrianti ST, MMT

No	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
7.	10/5 '13.	(1) Cek redaksi dan penlis. vth. terapan. (2) Analisis stat cel. vth. konst / koef. regres. (3) Lanjut pembahas.	
8.	20/5 '13.	(1) cek. stat analisis hasil analisis statite regres. (2) Pembahasan. stat alwa -> statistik analisis teori trennet, stat disaip hf (3) Ciri karakteristik elektrolisagulasi vth. COD, TSS, & hcb. be diannya.	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Malang

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Nurul Hidayat
Nim : 082018
Program Studi : Teknik Lingkungan
Pembimbing : Sri Hendrianti ST. MMT

No	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
9.	22/5 '13	Cek. analisa stat → anova, regresi	
10.	27/5 '13	Iden → cek, korn. hasil kesimpulan tdk sejalan (anova, reg, korelasi)	
11.	3/6 '13.	Cek regresi atau pembatasan yg sdh dilakuk.	
12.	5/6 '13	→ detail pembatasan parameter fungsi th elektrokoagulasi → jelaskan ser. runtut penyebab. tdk adanya pengaruh t th pengasah.	

(6/1)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Malang

LEMBAR ASISTENSI

Nama : MIMI Hidayat
Nim : 0026010
Program Studi : T. Lingkungan
Pembimbing : Ev: Hendriaranti, S.T. M.P.S

No	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
13.	19/6 '13.	-> jelaskan. mengapa. ↑ partikel, ↑ 2 penyisihan -> Bedanya proses penyisihan COD & TSS -> (koloid &), TSS -> SS	
14	27/6 '13	-> jelaskan. mengapa. polutan ter removal. part partikel ↑ dan air ↓.	
15	12/7 '13	-> jelaskan. variasi jumlah partikel < 200. terpasang proses. 2. shg. Polutan ↓.	

16. 15/9 '13. Cara on leluwat partikel.
200, 2P.



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Malang

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Nurul Hidayat
Nim : 08.26010
Program studi : T. lingkungan
Dosen Pembimbing : Evi Handriyanti, ST, MMT

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
17.	16/7'13	① Analisis COD, cek kembali kesimpulan pembahasan. ② Analisis TSS pd. proses elektrolisis.	
18.	18/7'13	① Revisi OL. ② Revisi kesimpulan	
19.	19/7'13	Bab 0 OL. Revisi abstrak.	
20	22/7'13	Abstrak OL. Brap Seminar	