

# Penerapan Response Surface Methodology (RSM) Untuk Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit Secara Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Al-Al

Dian Ekawati\*, Rita Nadira, Darmadi, Adisalamun, Murdani

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh, 23111

\*Email: Ekaadian@gmail.com

## Abstract

*Hospital wastewater is a source of potential environmental contamination. Therefore, the waste water needs to be treated before it is discharged into the drainase. Various research methods have been used to treat hospital wastewater But some methods that have been implemented have not achieved the standards for hospitals that have been set by the government. The experiment was conducted by an electrochemical method which is electrocoagulation using aluminum electrodes with independent variable such as the voltage, contact time and concentration of electrolytes. The response is optimized using response surface with optimum conditions obtained: the contact time 34.26 min, voltage 12 V, concentration electrolyte 0.38 M with a decrease in the response which is COD 65.039% each. The model recommended by the response surface for the three variables is quadratic response.*

*Keyword: Electrocoagulation, response surface, COD.*

## Abstrak

*Limbah cair rumah sakit merupakan salah satu sumber pencemaran lingkungan yang sangat potensial. Oleh karena itu air limbah tersebut perlu diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke saluran umum. Berbagai metode penelitian telah digunakan untuk mengolah limbah cair rumah sakit Akan tetapi beberapa metode yang telah diterapkan tersebut belum mencapai baku mutu limbah cair rumah sakit yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Percobaan ini dilakukan dengan metode elektrokimia yaitu elektrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium dengan variabel bebas yaitu voltase, waktu kontak dan konsentrasi elektrolit. Respon di optimasi menggunakan response surface dengan kondisi optimum yang diperoleh yaitu waktu kontak 34,26 menit, voltase 12 V, konsentasi elektrolit 0,38 M dengan penurunan masing-masing respon yaitu COD 65,039 %. Model yang disarankan oleh response surface untuk ketiga variabel respon yaitu kuadrat.*

*Kata Kunci: Elektrokoagulasi, response surface, COD.*

## 1. Pendahuluan

Limbah cair rumah sakit mengandung konsentrasi senyawa organik, serta senyawa-senyawa kimia lain serta mikroorganisme patogen yang dapat menyebabkan penyakit terhadap masyarakat di sekitarnya. Kepedulian akan aspek kesehatan lingkungan mendorong perlunya peninjauan kritis metoda standar penentuan COD tersebut, karena adanya keterlibatan bahan-bahan berbahaya dan beracun dalam proses analisisnya [1]. Metode elektrokimia yang cukup menarik untuk dicoba adalah elektrokoagulasi. Pada penelitian ini, elektroda yang digunakan ialah aluminium. Logam seperti aluminium yang memiliki  $E^\circ$  sel  $-1,66$  V membuktikan bahwa logam ini memiliki tingkat oksidasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan Fe yang memiliki  $E^\circ$  sel sebesar  $-0,41$  V akan mengalami reaksi oksidasi membentuk ion  $Al^{3+}$  dan akan mengikat ion  $OH^-$  membentuk flok  $Al(OH)_3$  yang dapat mengikat kontaminan di dalam limbah cair. Dengan bantuan listrik Direct Current

(DC) Pengujian limbah cair rumah sakit pada penelitian ini dilakukan terhadap parameter COD (Chemical Oxygen Demand).

## 2. Metode Penelitian

Elektroda di siapkan sebanyak 2 set (300 x 150 x 2) mm, kemudian dibersihkan dengan cara di amplas dengan kertas pasir. Setelah itu alat di rangkai untuk wadah sistem batch. Sampel diambil untuk dilakukan analisa awal terhadap COD. Sampel sebanyak 1,5 L dituangkan kedalam reaktor, kemudian ditambahkan larutan NaCl 1 M sebanyak 11,3 ml dan diletakkan diatas plate serta diaduk menggunakan magnetic stirer. Plat Aluminium disusun kedalam reaktor kaca sebanyak 2 set, kemudian kabel yang dihubungkan dengan Power Supply DC dirangkai secara paralel. tegangan listrik (voltase) yang diatur yaitu 6,9 dan 12 Volt dan kecepatan pengaduk sebesar 2 rpm untuk menjaga konsentrasi umpan tetap homogen. Stopwatch dinyalakan selama 15,30 dan 45 menit sebagai waktu kontak. Setelah percobaan selesai,

reaktor berisikan limbah cair yang sudah diolah, didiamkan selama 30 menit agar kotoran-kotoran yang terdapat dalam limbah cair tersebut mengendap, sehingga sampel akhir yang jernih dapat diambil untuk analisa COD akhir setelah proses elektrokoagulasi.

### 2.1 Desain Penelitian

Metode response surface adalah suatu metode yang menggabungkan teknik matematika dengan teknik statistika yang digunakan untuk membuat model dan menganalisis suatu respon yang dipengaruhi oleh beberapa variabel bebas atau faktor, dengan tujuan mengoptimalkan respon tersebut [2]. Pada penelitian ini digunakan data analisa berdasarkan Box-Behnken design. Langkah awal yang dilakukan adalah memasukkan batasan atas dan batasan bawah data penelitian. Kemudian, oleh Box Bhenken ditentukan kemungkinan-kemungkinan interaksi data sehingga dihasilkan 17 run dengan 5 data sebagai center point. Setelah data hasil penelitian dimasukkan pada kolom respon, oleh box bhenken dihasilkan persamaan uji signifikansi data pada ANOVA. Dari hasil yang didapatkan dapat kita prediksi kesesuaian model yang disarankan berdasarkan nilai- nilai seperti R Squared, Adj R Squared.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Variasi Level parameter pada Response Surface dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Level Box Bhenken

Variabel	Parameter	Level		
		Rendah	Sedang	Tinggi
A	Waktu Kontak (menit)	15	30	45
B	Voltase (volt)	6	9	12
C	Elektrolit (M)	0	0,5	1

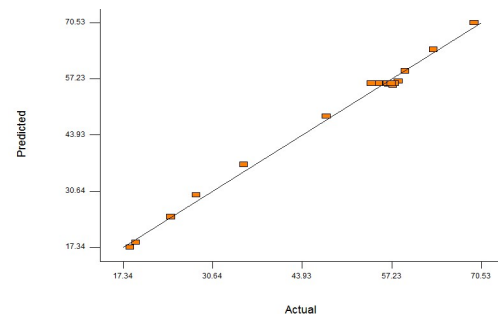
Tabel 2. Data Hasil Eksperimen dan Hasil Prediksi Model

Run	Nilai level Variabel X			Penurunan COD (%)	
	X <sub>1</sub> Waktu kontak	X <sub>2</sub> Voltase	X <sub>3</sub> Elektrolit	Eksperimen	Prediksi
1	45	12	0,5	69,51	70,53
2	45	6	0,5	58,21	56,66
3	15	9	1	24,41	24,58
4	30	6	1	47,53	48,38
5	15	12	0,5	28,18	29,73
6	30	9	0,5	57,70	56,20
7	30	12	0	56,79	55,94

8	45	9	1	63,42	64,12
9	15	6	0,5	18,36	17,34
10	30	9	0,5	54,23	56,20
11	30	9	0,5	56,55	56,20
12	45	9	0	59,23	5906
13	30	9	0,5	55,32	56,20
14	30	9	0,5	57,18	56,20
15	30	6	0	35,27	36,99
16	15	9	0	19,21	18,50
17	30	12	1	57,41	55,69

Dari Tabel 2 diatas dapat dilihat penurunan COD limbah cair rumah sakit tertinggi diperoleh pada run 1 ( waktu kontak 45 menit, voltase 12 V dan konsentrasi elektrolit 0,5 M ) yaitu sebesar 69,51 %. Sedangkan penurunan COD terendah diperoleh pada run 9 (konsentrasi elektrolit 0,5 M, waktu kontak 15 menit dan voltase sebesar 6 V) yaitu sebesar 18,36 %. Kondisi titik pusat (center point) dilakukan perulangan sebanyak 5 kali yaitu pada konsentrasi elektrolit 0,5 M, voltase 9 V dan waktu kontak 30 menit. menghasilkan penurunan COD sebesar 57,7, 54,23, 56,55, 55,32 dan 57,18 %.

Hubungan antara nilai hasil penelitian dan nilai prediksi persen penurunan COD dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 2. Hubungan antara nilai hasil penelitian dan nilai prediksi % penurunan COD pada pengolahan limbah cair rumah sakit

Penurunan kadar COD, TDS dan TSS secara elektrokoagulasi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain waktu kontak, konsentrasi elektrolit dan voltase. Dalam penelitian ini yang digunakan sebagai elektrolit adalah NaCl. NaCl merupakan larutan elektrolit berfungsi sebagai katalisator karena ikut dalam mekanisme reaksi tetapi tidak ikut bereaksi [3]. Semakin lama waktu elektrolisis menggunakan elektroda Al akan meningkatkan pembentukan gumpalan hidroksida logam yang dapat menetralkan flok yang ada di permukaan [4].

Desain Box-Behnken juga memberikan model matematika secara aktual untuk memprediksi nilai % penurunan COD pada pengolahan LCRS secara elektrokoagulasi. Nilai persentase penurunan COD tertinggi yang diperoleh dari hasil penelitian adalah

sebesar 69,51 % dengan waktu kontak 45 menit, voltase 12 V dan elektrolit 0,5 M. Sedangkan nilai persentase penurunan COD yang diperoleh dari prediksi model adalah sebesar 70,53 % pada waktu kontak 45 menit, voltase 12 V dan elektrolit 0,5 M. Nilai persentase penurunan COD terendah yang diperoleh dari hasil penelitian adalah sebesar 18,36 % dengan waktu kontak 15 menit, voltase 6 V dan konsentrasi elektrolit sebesar 0,5 M. Sedangkan nilai persentase penurunan COD yang diperoleh dari prediksi model adalah sebesar 17,34 % pada waktu kontak 15 menit, voltase 6 V serta elektrolit 0,5 M.

Model kuadratik menunjukkan nilai  $R^2$  lebih mendekati 1, yaitu 0,9945 dan Adj- $R^2$  adalah 0,9875. Model ringkasan statistik berfokus pada nilai  $R^2$  yang diperoleh untuk melihat kesesuaian model. Nilai  $R^2$  yang mendekati 1 mengindikasikan derajat korelasi yang tinggi antar observasi dan nilai prediksi. Nilai  $R^2$  yang diperoleh dari suatu model yang baik adalah diatas 0,8 dan mendekati 1, karena pada nilai tersebut reaksi yang terjadi dapat dijelaskan dengan baik.  $R^2$  merupakan nilai yang menjelaskan perbandingan suatu rasio variasi terhadap variasi total dan merupakan ukuran tingkat kesesuaian model [5].

**Tabel 3. ANOVA Hasil Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit Secara Elektrokoagulasi Terhadap % Penurunan COD**

Source	Sum of Square	df	Mean Square	F value	P-value Prob>F	Kar.
Model	4235,8	9	470,6	141,4	<0,0001	S
A	3208,4	1	3208,4	963,9	<0,0001	S
B	344,7	1	344,7	103,5	<0,0001	S
C	61,9	1	61,9	18,6	0,0035	S
A <sup>2</sup>	434,3	1	434,3	130,5	<0,0001	S
B <sup>2</sup>	25,7	1	25,7	7,7	0,0272	S
C <sup>2</sup>	84,2	1	84,2	25,3	0,0015	TS
AB	0,55	1	0,5	0,16	0,6971	TS
AC	0,26	1	0,2	0,07	0,7899	TS
BC	33,8	1	33,8	10,1	0,0153	S

Ket:

A : Waktu Kontak  
B : Voltase  
C : Elektrolit  
S : Signifikan

TS : Tidak signifikan  
Kar.: Karakteristik

Berdasarkan tabel diatas, dapat dikatakan model secara statistik sangat signifikan. Pernyataan ini dapat dibuktikan dengan melihat nilai P-value model (< 0,0001) serta F-value model (141,41). Nilai p dibawah 0,05 mengindikasikan bahwa model signifikan. Nilai p yang terhitung menunjukkan test signifikan untuk masing-masing variabel dan interaksi yang baik untuk setiap variabel tersebut.. Model yang signifikan dapat diaplikasikan pada pengolahan LCRS.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil pengolahan limbah cair rumah sakit secara elektrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium diperoleh kondisi optimum untuk ketiga variabel yaitu dengan waktu kontak 34,26 menit, voltase 12 menit dan konsentrasi elektrolit sebesar 0,38 M dengan penurunan masing-masing parameter yaitu COD 65,039 %.

#### Daftar Pustaka

- [1] Nurdin, M. 2009. Pengembangan Metode Baru Penentuan Chemical Oxygen Demand (COD) Berbasis Sel Fotoelektrokimia: Karakterisasi Elektroda Kerja Lapis Tipis TiO<sub>2</sub>/ITO. *Makara Sains*. 13(1): 1–8.
- [2] Ruth, S.M. 2011. Metode Response Surface pada Percobaan Material 2k. Skripsi, Jurusan Matematika, Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [3] Bambang, I., Mawar, D.S., Utari A. 2009. Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Proses Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium. Studi Kasus: Limbah Cair Gedung Syarif Thajeb (M), Universitas Trisakti.
- [4] Krishan, K.G., Basheshwer, P. 2016. Development of Box Behnken design for treatment of terephthalic acid wastewater by electrocoagulation process: optimization of process and analysis of sludge. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 4(1): 178–190
- [5] Zhao, Q., J.F. Kennedy, dan X. Wang, 2011. Optimization of Ultrasonic Circulating Extraction of Polysaccharides from *Asparagus Officinalis* Using Response Surface Methodology. *International Journal of Biological Macromolecules*. 49: 181–187.