

**SKRIPSI**

**PENURUNAN KADAR BESI, MANGAN,  
KROMIUM DAN MIKROORGANISME PADA  
AIR SUMUR MENGGUNAKAN  
ELEKTROLISIS-KLORINATOR DI DESA  
LAKARDOWO KABUPATEN MOJOKERTO**



Oleh:

**MUHAMMAD RIZKI AKBAR MAULANA**

**NPM 19034010106**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM  
SURABAYA  
TAHUN 2023**

**SKRIPSI**

**PENURUNAN KADAR BESI, MANGAN,  
KROMIUM DAN MIKROORGANISME  
PADA AIR SUMUR MENGGUNAKAN  
ELEKTROLISIS-KLORINATOR DI DESA  
LAKARDOWO KABUPATEN MOJOKERTO**



Oleh:

**MUHAMMAD RIZKI AKBAR MAULANA**

**NPM 19034010106**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM  
SURABAYA  
TAHUN 2023**



**PENURUNAN KADAR BESI, MANGAN, KROMIUM DAN  
MIKROORGANISME PADA AIR SUMUR MENGGUNAKAN  
ELEKTROLISIS-KLORINATOR DI DESA LAKARDOWO  
KABUPATEN MOJOKERTO**

**SKRIPSI**

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

Diajukan Oleh:

**MUHAMMAD RIZKI AKBAR MAULANA**  
NPM 19034010106

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JATIM  
SURABAYA  
TAHUN 2023**



**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**PENURUNAN KADAR BESI, MANGAN, KROMIUM DAN  
MIKROORGANISME PADA AIR SUMUR MENGGUNAKAN  
ELEKTROLISIS-KLORINATOR DI DESA LAKARDOWO  
KABUPATEN MOJOKERTO**

Disusun Oleh :

**MUHAMMAD RIZKI AKBAR MAULANA**

**NPM 19034010106**

Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi  
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur  
Pada Tanggal : 14 Juli 2023

Menyetujui  
Dosen Pembimbing,



**Ir. Yayok Suryo Purnomo, MS.**

**NIP. 19600601 198703 1 001**

Mengetahui  
**DEKAN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM**



**Dr. Dra. Jariyah M.P.**

**NIP. 19650403 199103 2 001**

## SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Rizki Akbar Maulana

NIM : 19034010106

Fakultas /Program Studi : Teknik /Teknik Lingkungan

Judul Skripsi/Tugas Akhir/

Tesis/Desertasi : Penurunan Kadar Besi, Mangan, Kromium dan Mikroorganisme Pada Air Sumur Menggunakan Elektrolisis-Klorinator Di Desa Lakardowo Kabupaten Mojokerto

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan di setujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun , sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 14 Juli 2023

Yang Menyatakan



(Muhammad Rizki Akbar Maulana)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena hanya dengan berkat dan rahmat-Nya, sehingga mampu menyelesaikan Skripsi dengan judul “Penurunan Kadar Besi, Mangan, Kromium dan Mikroorganisme Pada Air Sumur Menggunakan Elektrolisis-Klorinator Di Desa Lakardowo Kabupaten Mojokerto”. Penulisan skripsi dapat terlaksana dengan baik atas bantuan dan bimbingan dari pihak-pihak Oleh karena itu, perkenankan penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Dra. Jariyah, M.P Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Firra Rosariawari, ST., MT selaku Kepala Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Ir. Yayok Suryo Purnomo, MS selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah membantu, mengarahkan dan membimbing sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Bapak Raden Kokoh Haryo Putro, ST.,MT selaku Dosen Wali yang telah memberikan arahan, dukungan, serta kritik dan saran dari awal mulai memasuki perkuliahan hingga selesai dengan baik.
5. Seluruh Dosen dan Staff Pengajar Program Studi Teknik Lingkungan yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman selama perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Dengan segenap kerendahan hati mengharapkan atas kritik dan saran yang bersifat membangun sehingga penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan menjadi bahan masukan untuk kedepannya.

Surabaya, Juli 2023

Penulis

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam melakukan pengerjaan Skripsi ini juga tidak terlepas dari peran berbagai pihak. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua Orang Tua yang sangat saya cintai dan banggakan, Santoso Bekti Wibowo dan Nuning Ariyana yang telah ikhlas untuk selalu memberikan doa, dukungan, dan kerja keras untuk selalu menemani setiap proses dalam pengerjaan skripsi ini.
2. Kakak, adik tersayang dan saudara, Ilham Akbar Maulana, Muhammad Aditia Akbar Maulana, Putra Rizki Salwa Firdaus, Safitri Rizka Manna Firdaus, Yuangga Satritama dan lainnya yang selalu memberikan semangat, doa dan bantuan dalam setiap proses pengerjaan skripsi.
3. Keluarga Aruman dan Ibu Kasianah yang selalu memberikan doa dan dukungan tiada henti yang positif selama melakukan pengerjaan skripsi.
4. Seluruh Pimpinan Staff beserta jajarannya Departemen Lingkungan PT Petrokimia Gresik yang telah membantu memberikan dukungan, doa dan semangat serta wadah dalam menunjang pelaksanaan skripsi di tempat magang sehingga mampu terselesaikannya skripsi yang telah dibuat.
5. Semua pihak yang terlibat baik rekan mahasiswa magang PMMB yaitu Daffa, Mbak Arnisa, Mas Rizal, Mas Iffat, Fiara, Putri, Indah dan Salma yang telah membantu memberikan dukungan dan doa dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Sobat Dolen dan Trio Ubur-Ubur yaitu Fikry, Adista, Daffa, Nisrina, Difa dan Sevila yang selalu ada dalam suka dan duka selama proses pengerjaan skripsi.
7. Teman seperjuangan Teknik Lingkungan 2019 dan teman dekat Belajar Ges yang terus mendukung dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Serta seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu atas bantuannya secara langsung dan tidak langsung

Semoga seluruh dukungan, bantuan dan doa yang telah diberikan kepada penulis akan memberikan berkah bagi semua pihak

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>ABSTRAK</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	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 Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1 Tinjauan Umum.....	6
2.1.1 Air .....	6
2.1.2 Pencemaran Air .....	16
2.2 Landasan Teori .....	16
2.2.1 Kandungan Besi (Fe) dalam Air .....	16
2.2.2 Pengaruh Tingginya Kadar Besi (Fe) dalam Air.....	19
2.2.3 Masalah yang Timbul Akibat Keberadaan Besi (Fe) Dalam Air....	20
2.2.4 Kandungan Mangan (Mn) dalam Air.....	22
2.2.5 Pengaruh Kelarutan Mangan Dalam Air.....	22



2.2.6	Dampak Kandungan Mangan Bagi Kesehatan .....	23
2.2.7	Kandungan Kromium dalam Air.....	23
2.2.8	Dampak Kandungan Kromium Bagi Kesehatan .....	24
2.2.9	Kandungan Mikroorganisme dalam Air .....	25
2.2.10	Pengaruh Mikroorganisme dalam Air.....	26
2.2.11	Dampak Kandungan Mikroorganisme bagi Kesehatan.....	26
2.2.12	Elektrokimia.....	27
2.2.13	Sel Elektrolisis .....	28
2.2.14	Deret Volta.....	30
2.2.15	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Elektrokimia .....	31
2.2.16	Elektrolit.....	32
2.2.17	Rasio Elektroda Cairan .....	33
2.2.18	Jenis Elektroda.....	34
2.2.19	Desinfeksi dengan Klorinasi .....	36
2.3	Hasil Penelitian Sebelumnya.....	37
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>42</b>
3.1	Kerangka Penelitian .....	42
3.2	Alat dan Bahan .....	45
3.2.1	Alat.....	45
3.2.2	Bahan.....	46
3.3	Cara Kerja.....	46
3.3.1	Rancangan Alat Elektrolisis-Klorinator.....	46
3.3.2	Gambar Reaktor Elektrolisis-Klorinator .....	47
3.3.3	Proses Kerja .....	48
3.4	Variabel .....	51

3.5	Analisa Data .....	52
3.6	Jadwal Kegiatan .....	53
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>56</b>
4.1	Kemampuan Metode Elektrolisis-Klorinator dalam Menurunkan Kandungan Besi (Fe), Mangan (Mn), Kromium (Cr), dan Mikroorganisme (Bakteri Koliform).....	56
4.1.1	Kemampuan Metode Elektrolisis-Klorinator dalam Menurunkan Kandungan Besi (Fe).....	59
4.1.2	Kemampuan Metode Elektrolisis-Klorinator dalam Menurunkan Kandungan Mangan (Mn).....	60
4.1.3	Kemampuan Metode Elektrolisis-Klorinator dalam Menurunkan Kandungan Kromium (Cr) .....	62
4.1.4	Kemampuan Metode Elektrolisis-Klorinator dalam Menurunkan Kandungan Bakteri Koliform.....	64
4.2	Pengaruh Variasi Lama Waktu Terhadap Nilai Parameter Besi (Fe), Mangan (Mn), Kromium (Cr) dan Mikroorganisme (Bakteri Koliform) Dengan Berbagai Tegangan Listrik (Volt).....	66
4.2.1	Pengaruh Variasi Lama Waktu Terhadap Nilai Parameter Besi (Fe) Pada Berbagai Tegangan Listrik (Volt) .....	66
4.2.2	Pengaruh Variasi Lama Waktu Terhadap Nilai Parameter Mangan (Mn) Pada Berbagai Tegangan Listrik (Volt) .....	69
4.2.3	Pengaruh Variasi Lama Waktu Terhadap Nilai Parameter Kromium (Cr) Pada Berbagai Tegangan Listrik (Volt) .....	73
4.2.4	Pengaruh Variasi Lama Waktu Terhadap Nilai Parameter Bakteri Koliform Pada Berbagai Tegangan Listrik (Volt).....	77
4.3	Persentase Efisiensi Optimum Penurunan Kandungan Besi (Fe), Mangan, Kromium (Cr), dan Mikroorganisme (Bakteri Koliform) Pada Air Sumur yang Dijadikan Air Bersih.....	80

4.3.1 Persentase Efisiensi Optimum Penurunan Kandungan Besi (Fe) .....	80
4.3.2 Persentase Efisiensi Penurunan Kandungan Mangan (Mn) .....	82
4.3.3 Persentase Penurunan Parameter Kromium (Cr) .....	83
4.3.4 Persentase Penurunan Parameter Bakteri Koliform .....	84
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>85</b>
5.1 Kesimpulan .....	85
5.2 Saran.....	85
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>86</b>
<b>LAMPIRAN A</b> .....	<b>92</b>
<b>LAMPIRAN B</b> .....	<b>106</b>
<b>LAMPIRAN C</b> .....	<b>115</b>



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Parameter Standar Baku Mutu Keperluan Higiene Secara Fisik .....	11
<b>Tabel 2. 2</b> Parameter Standar Baku Mutu Keperluan Higiene Secara Kimia .....	12
<b>Tabel 2. 3</b> Parameter Standar Baku Mutu Keperluan Higiene Secara Biologi ....	13
<b>Tabel 2. 4</b> Daftar Penelitian Terdahulu .....	37
<b>Tabel 3. 1</b> Nilai Parameter Sesuai Dengan Baku Mutu.....	49
<b>Tabel 3. 2</b> Jadwal Kegiatan Penelitian .....	54
<b>Tabel 4. 1</b> Hasil Analisa Awal Air Sumur Desa Lakardowo .....	56
<b>Tabel 4. 2</b> Hasil Pengujian Nilai Parameter Besi (Fe).....	60
<b>Tabel 4. 4</b> Hasil Pengujian Nilai Parameter Mangan (Mn).....	62
<b>Tabel 4. 6</b> Hasil Pengujian Nilai Parameter Kromium (Cr) .....	63
<b>Tabel 4. 8</b> Hasil Pengujian Nilai Parameter Mikroorganisme.....	65
<b>Tabel 4. 3</b> Analisis Statistik <i>Anova Two Way</i> Besi .....	68
<b>Tabel 4. 5</b> Analisis Statistik <i>Anova Two Way</i> Mangan .....	72
<b>Tabel 4. 7</b> Analisis Statistik <i>Anova Two Way</i> Kromium.....	76
<b>Tabel 4. 9</b> Analisis Statistik <i>Anova Two Way</i> Mikroorganisme .....	79

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Proses Siklus Hidrologi .....	6
<b>Gambar 2. 2</b> Diagram Alir Bentuk Besi dalam Air .....	18
<b>Gambar 2. 3</b> Rangkaian Sel Elektrolisis .....	29
<b>Gambar 2. 4</b> Urutan Deret Volta .....	30
<b>Gambar 3. 1</b> Bagan Kerangka Penelitian .....	45
<b>Gambar 3. 2</b> Reaktor Elektrolisis-Klorinator bentuk 2D.....	46
<b>Gambar 3. 3</b> Rangkaian Proses Pengolahan Elektrolisis-Klorinator Bentuk 2D	47
<b>Gambar 3. 4</b> Rangkaian Proses Pengolahan Elektrolisis-Klorinator Bentuk 3D	48
<b>Gambar 3. 5</b> Lokasi Sumur Desa Lakardowo Kabupaten Mojokerto .....	49
<b>Gambar 4. 1</b> Kondisi Awal Pengambilan Air Sumur. ....	57
<b>Gambar 4. 2</b> Grafik Variasi Lama Waktu Terhadap Nilai Parameter Besi Pada Berbagai Tegangan Arus Listrik (volt) .....	67
<b>Gambar 4. 3</b> Grafik Variasi Lama Waktu Terhadap Nilai Parameter Mangan Pada Berbagai Tegangan Arus Listrik (volt) .....	70
<b>Gambar 4. 4</b> Grafik Variasi Lama Waktu Terhadap Nilai Parameter Kromium Pada Berbagai Tegangan Arus Listrik (volt) .....	73
<b>Gambar 4. 5</b> Grafik Variasi Lama Waktu Terhadap Nilai Parameter Bakteri Koliform Pada Berbagai Tegangan Arus Listrik (volt) .....	77
<b>Gambar 4. 6</b> Grafik Hubungan Lama Waktu Terhadap Persentase Penurunan Besi Dengan Berbagai Tegangan Arus Listrik (volt).....	81
<b>Gambar 4. 7</b> Grafik Hubungan Lama waktu Terhadap Persentase Penurunan Mangan Dengan Berbagai Tegangan Arus Listrik (volt).....	82
<b>Gambar 4. 8</b> Grafik Hubungan Lama waktu Terhadap Persentase Penurunan Kromium Dengan Berbagai Tegangan Arus Listrik (volt) .....	83
<b>Gambar 4. 9</b> Grafik Hubungan Lama Waktu Terhadap Persentase Penurunan Bakteri Koliform Dengan Berbagai Tegangan Arus Listrik (volt) .....	84

## ABSTRAK

Elektrolisis merupakan sebuah reaksi dengan melibatkan energi listrik dengan memberikan perubahan menjadi energi kimia yang memanfaatkan arus listrik searah. Desinfeksi dengan klorinasi dapat didefinisikan sebagai pembubuhan terhadap semua jenis mikroba. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan dan efisiensi dalam menurunkan beban pencemar air sumur Desa Lakardowo Kabupaten Mojokerto seperti besi, mangan, kromium dan mikroorganisme dengan variasi waktu kontak dan kuat tegangan listrik. Proses elektrolisis-klorinator ini menggunakan variasi waktu kontak yaitu 5, 25, 50, 75, 100 dan 125 menit. Sedangkan, kuat tegangan listrik (volt) yang digunakan adalah 3, 6, 12, 18, dan 24 volt. Hasil penelitian menunjukkan nilai yang didapat yaitu dan untuk parameter besi (Fe) dan mangan (Mn) diperoleh pada 24 volt dengan waktu 125 menit sebesar 0,01 mg/liter; 0,00012 mg/liter, kromium diperoleh pada 24 volt dengan waktu 75 menit sebesar 0,002 mg/liter dan mikroorganisme pada tegangan 24 volt dengan waktu 5 menit 0 CFU/100 ml telah berhasil menurunkan nilai parameter yang terkandung sesuai permenkes nomor 32 tahun 2017. Untuk persentase efisiensi optimum efluen parameter besi (Fe) diperoleh sebesar 99,67 %; mangan (Mn) sebesar 99,99%; kromium (Cr) sebesar 100%; Mikroorganisme (bakteri koliform) sebesar 100%.

**Kata Kunci : Elektrolisis, Klorinator, Air Sumur, Besi, Mangan, Kromium, Mikroorganisme**



## **ABSTRACT**

*Electrolysis is a reaction that involves electrical energy by giving a change into chemical energy that utilizes a direct electric current. Disinfection by chlorination can be defined as aggregation against all types of microbes. This study aims to determine the ability and efficiency in reducing the pollutant load of well water in Lakardowo Village, Mojokerto Regency such as iron, manganese, chromium and microorganisms with variations in contact time and electric voltage strength. This chlorinator electrolysis process uses variations in contact time, namely 5, 25, 50, 75, 100 and 125 minutes. Meanwhile, the electric voltage (volt) used is 3, 6, 12, 18, and 24 volts. The results showed that the values obtained for iron (Fe) and manganese (Mn) parameters were obtained at 24 volts with 125 minutes of 0.01 mg/liter; 0.00012 mg/liter, chromium obtained at 24 volts with a time of 75 minutes is 0.002 mg/liter and microorganisms at 24 volts with a time of 5 minutes 0 CFU/100 ml have succeeded in reducing the parameter values contained according to Permenkes number 32 of 2017. For the optimum efficiency percentage of the effluent parameter iron (Fe) was obtained at 99.67%; manganese (Mn) of 99.99%; chromium (Cr) of 100%; Microorganisms (coliform bacteria) by 100%.*

**Keywords:** *Electrolysis, Chlorinator, Well Water, Iron, Manganese, Chromium, Microorganism*